



CAPÍTULO 15

CAMBIO CLIMÁTICO



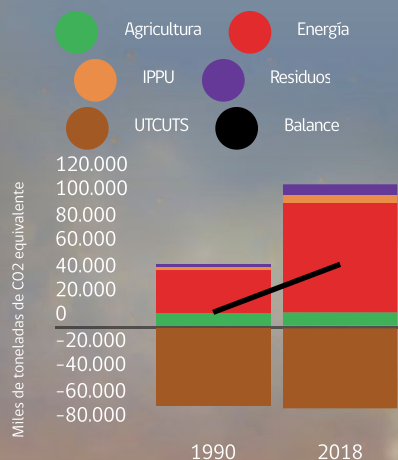
VISIT...

LANZAROTE
Caliente.COM

CAMBIO CLIMÁTICO

En Chile se han incrementado las temperaturas y la frecuencia e intensidad de olas de calor, temporales, inundaciones, sequías, incendios forestales, entre otros. Esto produce grandes impactos en la población nacional y el medio ambiente. Es por esto, que combatir el cambio climático y adaptarse a sus efectos es el mayor desafío que enfrenta hoy la humanidad.

Emisiones nacionales netas de GEI por sector



CAUSA DEL CAMBIO CLIMÁTICO



Emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) por actividades humanas.

CHILE
Sus emisiones representan solo un 0,24% del total mundial (2016).

113.640,2
miles de toneladas de CO2 equivalente en Chile (2018)

Tiene un aumento acelerado debido al incremento del consumo de combustibles fósiles

129%
de aumento (1990 a 2018)

AUMENTO DEL EFECTO INVERNADERO

EMISIONES NETAS DE GASES DEL EFECTO INVERNADERO (GEI)

Los principales causantes de esta tendencia de aumento de emisiones de GEI son los sectores Energía y Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (UTCUTS).

MAREJADAS

El número de marejadas a nivel nacional se ha incrementado en 3 veces en el periodo 2011-2019.

GLACIARES
Reducción en superficie de glaciares.

INCENDIOS FORESTALES
Aumento en superficie de área quemada

13 AÑOS
de MEGASEQUÍA
El índice de sequía muestra déficit de precipitaciones en los últimos 13 años

OLAS DE CALOR
Aumento de 167% del número de olas de calor a nivel nacional entre 1980 y 2019.

DAMNIFICADOS
85 /100.000 habitantes fue la tasa de muertes, personas desaparecidas y afectadas por desastres de cambio climático.

Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) 2020 con meta de Carbono Neutralidad al 2050.

Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático y planes sectoriales.

Segundo Plan de Acción Nacional de Cambio Climático (2017-2022).

POLÍTICAS DE MITIGACIÓN Y ADAPTACIÓN



Proceso de elaboración de la Ley Marco de Cambio Climático.

Impuesto verde a la emisión de dióxido de carbono de fuentes fijas.

Política Energética (Energía 2050).

Política Forestal 2015-2035.

CONTENIDO

Introducción

1. Antecedentes

2. Estado

2.1 Temperaturas

2.2. Precipitaciones

3. Impactos del cambio climático

3.1. Recursos hídricos y sequía

3.2. Eventos extremos y desastres

3.3. Biodiversidad

3.4 Impacto social

3.5 Salud humana

3.6 Infraestructura

3.7 Energía

3.8 Sector silvoagropecuario

3.9 Pesca y acuicultura

3.10 Turismo

3.11 Ciudades

3.12 Carbono negro y sus impactos transversales

3.13 Impactos en zonas costeras

4. Presión: emisiones de GEI

5. Respuestas frente al cambio climático

5.1. Marco legal e institucional

5.2 Conferencia de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (COP25)

5.3 Proyecto Ley Marco de Cambio Climático

5.4 Estrategia Climática de Largo Plazo

5.5 Actualización de la NDC de Chile a 2020

5.6 Plan de Acción Nacional de Cambio Climático

5.7 Gestión de riesgo de eventos extremos y desastres

5.8 Educación para el cambio climático

5.9 Financiamiento

5.10 Impuesto verde

5.11 Programa HuellaChile

5.12 Género y cambio climático

5.13 Enmienda de Kigali al Protocolo de Montreal

5.14 Acciones del sector privado, academia y la sociedad civil

5.15 Desafíos

Referencias

INTRODUCCIÓN

Combatir el cambio climático y adaptarse a sus efectos es el mayor desafío que enfrenta hoy la humanidad. El cambio climático y el calentamiento global, cuyas manifestaciones se viven a diario, obligan a que el cuidado del planeta sea un compromiso no solo personal sino, sobre todo, con la sociedad en su conjunto. Por tal razón, Chile se ha planteado a nivel internacional como un país que apoya de manera decidida la acción climática, en el convencimiento de que se debe actuar ahora y no mañana, tratando esta materia como una política de Estado y reconociéndola como uno de los grandes retos nacionales.

1. Antecedentes

La evidencia científica, como un sólido sustento para las políticas y la acción climática, indica que la influencia humana en el sistema del clima es inequívoca y va en aumento, con impactos que se advierten en todos los continentes y los océanos. El reporte especial Calentamiento Global de 1,5 °C (Panel Intergubernamental del Cambio Climático [IPCC], 2018) afirma que el calentamiento ya alcanza 1 °C y que, con la tasa actual de emisiones globales de gases de efecto invernadero, los 1,5 °C se alcanzarían entre los años 2030 y 2052. También pone en evidencia los impactos que ocurrirían en los ecosistemas, la salud humana y el bienestar al limitar el calentamiento a 1,5 °C, comparado con 2 °C por sobre los niveles preindustriales, haciendo un llamado a la urgencia de aumentar la ambición.

Gases de Efecto Invernadero (GEI)

De acuerdo al Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC), los GEI son “gases integrantes de la atmósfera, de origen natural y antropogénico, que absorben y emiten radiación en determinadas longitudes de ondas del espectro de radiación infrarroja emitido por la superficie de la Tierra, la atmósfera, y las nubes. Esta propiedad causa el efecto invernadero. El vapor de agua (H₂O), dióxido de carbono (CO₂), óxido nitroso (N₂O), metano (CH₄), y ozono (O₃) son los principales gases de efecto invernadero en la atmósfera terrestre. Además, existe en la atmósfera una serie de gases de efecto invernadero totalmente producidos por el hombre, como los halocarbonos y otras sustancias que contienen cloro y bromuro, de las que se ocupa el Protocolo de Montreal. Además del CO₂, N₂O y CH₄, el Protocolo de Kioto y el Acuerdo de París abordan otros GEI, como el hexafluoruro de azufre (SF₆), los hidrofluorocarbonos (HFC), y los perfluorocarbonos (PFC)” (IPCC, 2014).

Cambio climático

Es “un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera global y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables”, de acuerdo con la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático CMNUCC (Naciones Unidas, 1992).

Mitigación del cambio climático

Es la “intervención humana encaminada a reducir las fuentes o potenciar los sumideros de gases de efecto invernadero”(Panel Intergubernamental del Cambio Climático [IPCC], 2014).

Adaptación al cambio climático

“Proceso de ajuste al clima real o proyectado y sus efectos. En los sistemas humanos, la adaptación trata de moderar o evitar los daños o aprovechar las oportunidades beneficiosas. En algunos sistemas naturales, la intervención humana puede facilitar el ajuste al clima proyectado y a sus efectos” (IPCC, 2014).

Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC)

Son compromisos de los países, tras la firma del Acuerdo de París, con el objetivo de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. A nivel internacional hay algunos sistemas que evalúan el nivel de compatibilidad de los compromisos de los países, con el Acuerdo de París.

La causa del cambio climático se atribuye a la emisión de gases de efecto invernadero (GEI). Estos gases se encuentran presentes en forma natural en el planeta y permiten que la temperatura sea lo suficientemente cálida para el desarrollo de la vida. No obstante, la actividad humana los ha intensificado, en especial mediante la quema de combustibles fósiles y la tala de bosques, razón por la cual se ha producido un proceso de calentamiento.

Para limitar el calentamiento a no más de 2°C respecto de la época preindustrial, umbral definido como máximo en el Acuerdo de París, se requerirán fuertes reducciones de las emisiones de GEI, lo que supondrá un importante reto tecnológico, económico, institucional y de comportamiento.

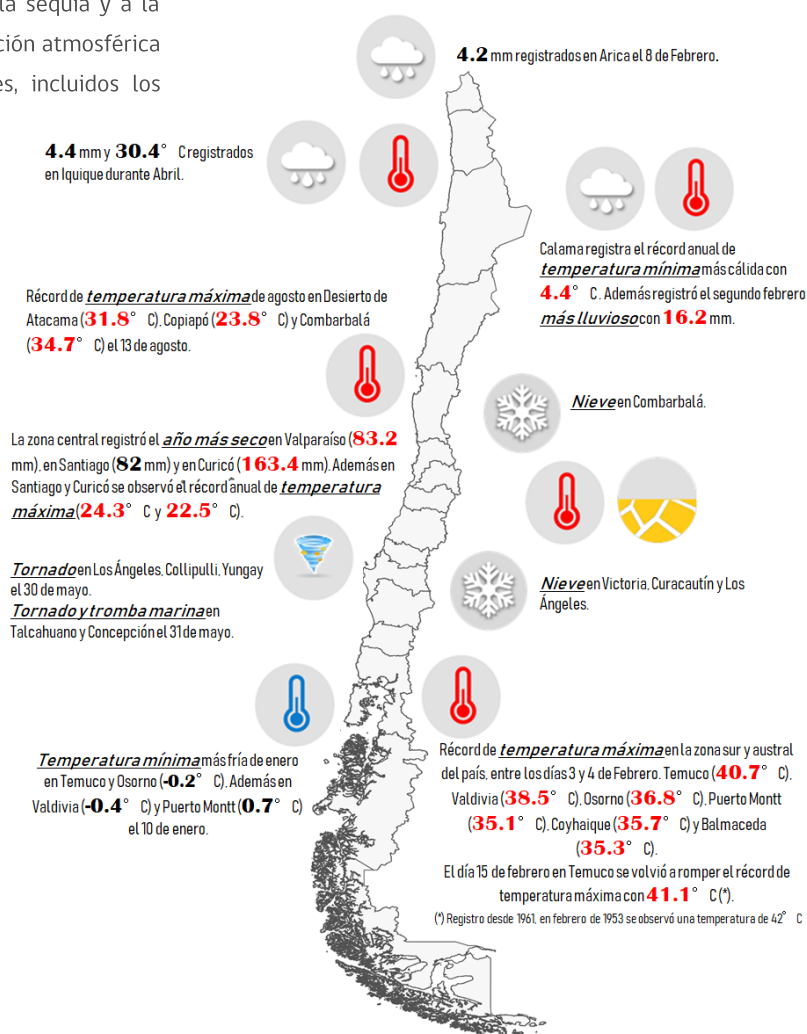
En esta dirección, para aumentar la ambición de sus compromisos en la Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) de Chile, se invitó al Comité Científico, formado en el contexto de la COP25, a entregar sus aportes y de esta forma, recoger la visión del mundo científico chileno en materia de cambio climático.



2. Estado del medio ambiente en Chile

Chile es un país altamente vulnerable a los efectos del cambio climático. Cumple con siete de los nueve criterios de vulnerabilidad establecidos por la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) a saber: áreas costeras de baja altura, zonas áridas y semiáridas, zonas con cobertura forestal y zonas expuestas al deterioro forestal, zonas propensas a los desastres naturales, zonas expuestas a la sequía y a la desertificación, zonas de alta contaminación atmosférica urbana y zonas de ecosistemas frágiles, incluidos los ecosistemas montañosos.

Figura 1. Resumen de hechos climáticos relevantes y récords 2019



Fuente: Dirección Meteorológica de Chile, 2020.

2.1. Temperaturas

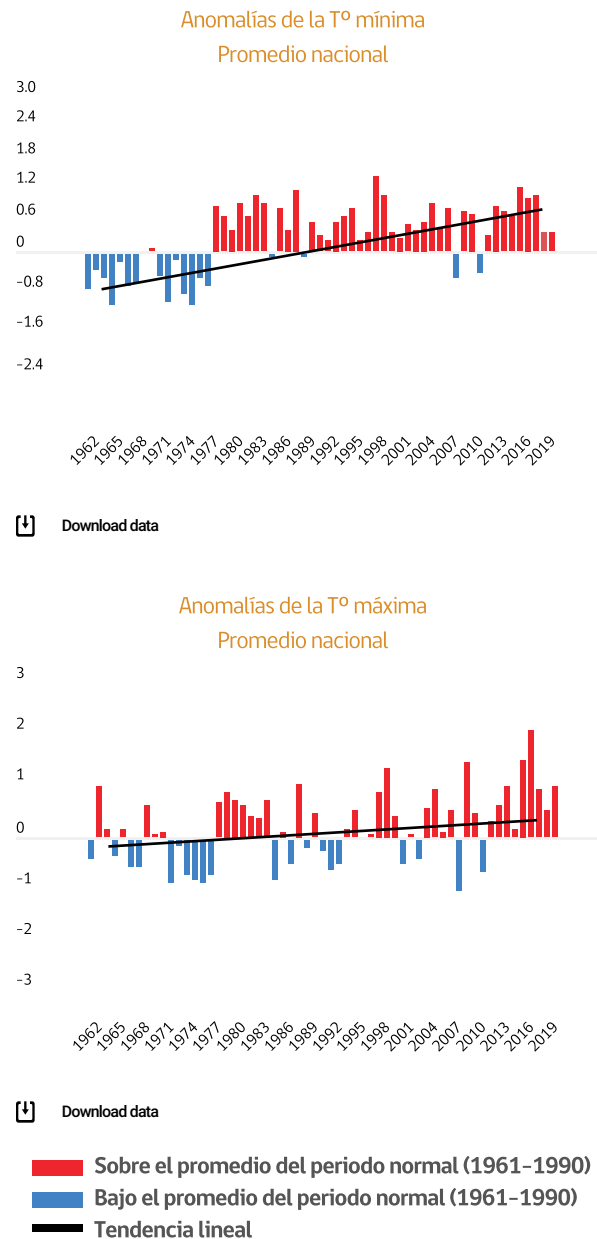
La temperatura se ha elevado significativamente en el planeta, siendo el año 2019 el segundo más cálido desde 1880. Los cinco años más cálidos han ocurrido desde 2015 y los diez más cálidos, desde 2005. El año más cálido ha sido 2016.

En Chile, la evidencia indica un alza de las temperaturas en todo el territorio, con mayor intensidad en la zona norte (entre 1,5 °C y 2,0 °C por encima de la media histórica) y en las zonas cordilleranas del cordón de los Andes en comparación con las áreas costeras. El año 2019 es el tercero más cálido en 59 años y se contabilizan nueve años consecutivos más cálidos que lo normal desde 2011.

En el periodo 1961-2019, el calentamiento o enfriamiento (anomalía de temperatura extrema) de un año respecto a lo normal (promedio 1961-1990) difiere en cinco zonas del país analizadas, aunque en el promedio nacional de estas se observa una tendencia al calentamiento tanto de la temperatura mínima (todas las zonas con calentamiento) como de la máxima (tres zonas con calentamiento), con un claro calentamiento ininterrumpido en ambas temperaturas extremas en los últimos nueve años (**Figura 2**).

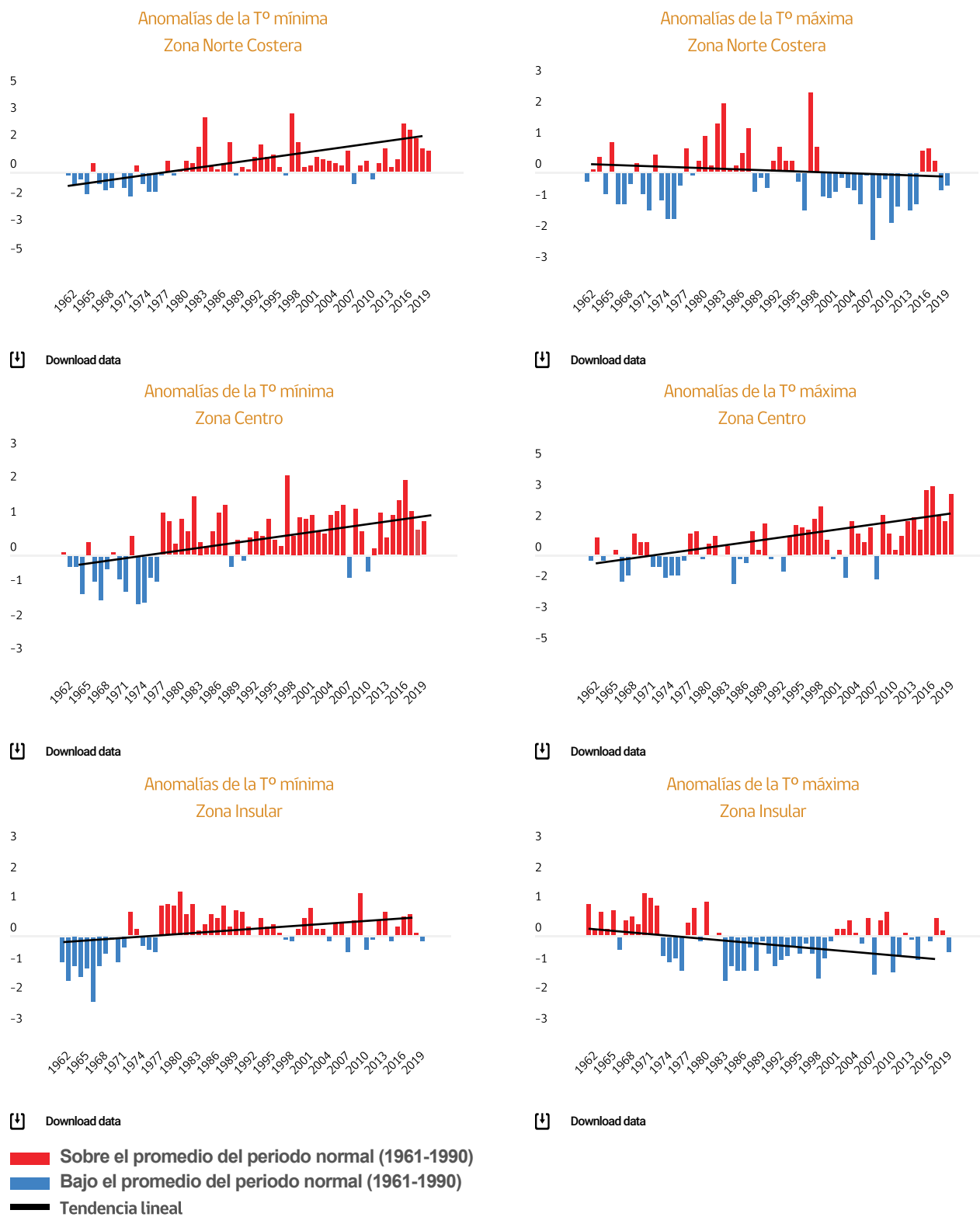
La zona norte costera presenta comportamientos opuestos en las temperaturas mínimas y máximas, una clara tendencia de calentamiento en las primeras y una menos nítida de enfriamiento de las máximas. La zona central muestra una trayectoria más definida de calentamiento en ambas temperaturas extremas. La zona insular no revela patrones muy claros, con un enfriamiento en ambos casos el último año. La zona sur exhibe tendencias al calentamiento en ambas temperaturas extremas, siendo más marcada en la máxima. En la zona austral se advierte una situación similar a la zona sur, pero con un significativo e ininterrumpido calentamiento de las máximas en los últimos quince años (**Figura 3**).

Figura 2. Anomalías de temperatura mínima y máxima a nivel nacional, 1961 - 2019

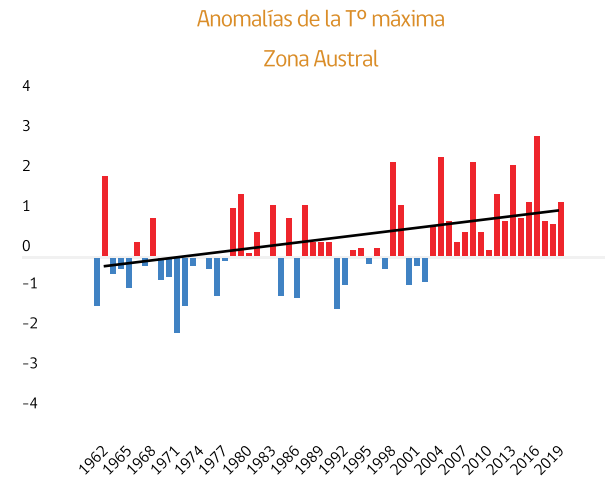
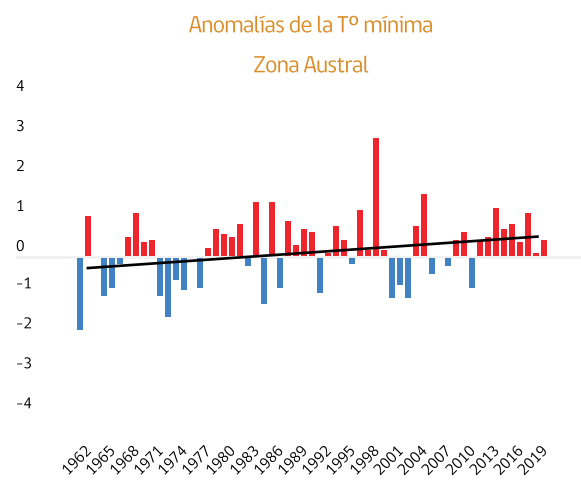
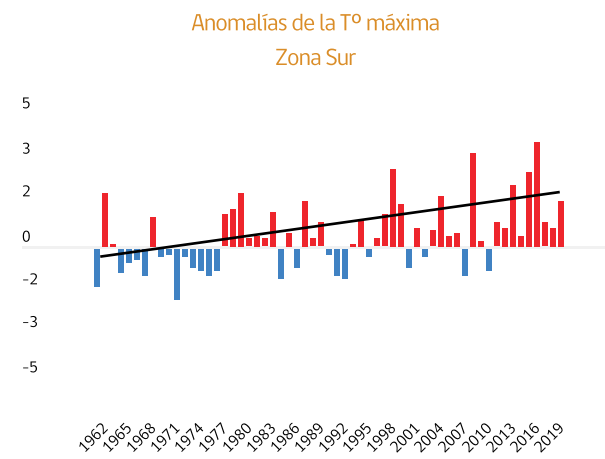
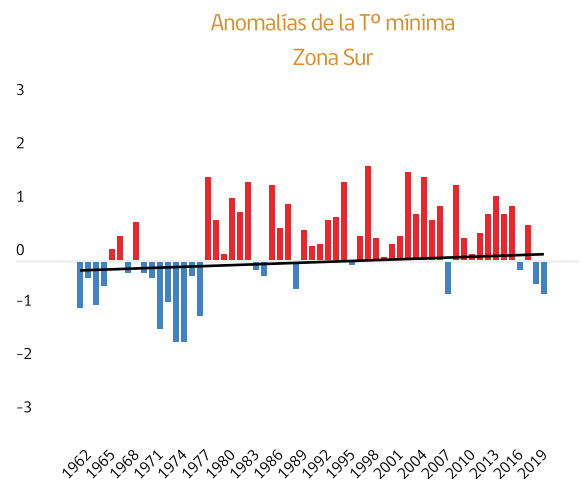


Fuente: Elaboración propia con datos de Dirección Meteorológica de Chile (DMC), 2020.

Figura 3. Anomalías de temperatura mínima y máxima a nivel nacional y en zonas del país, 1961 - 2019



Fuente: Elaboración propia con datos de Dirección Meteorológica de Chile (DMC), 2020.



Sobre el promedio del periodo normal (1961-1990)
Bajo el promedio del periodo normal (1961-1990)
Tendencia lineal

Fuente: Elaboración propia con datos de Dirección Meteorológica de Chile (DMC), 2020.

En un escenario al año 2050¹ se proyecta que las temperaturas extremas, mínima y máxima (**Figura 4** y **Figura 5**), seguirán aumentando en gran parte de las comunas del país (Información para el Desarrollo Productivo [Infodep], 2016).

Figura 4. Temperatura mínima del mes más frío por comuna: línea base y escenario 2050

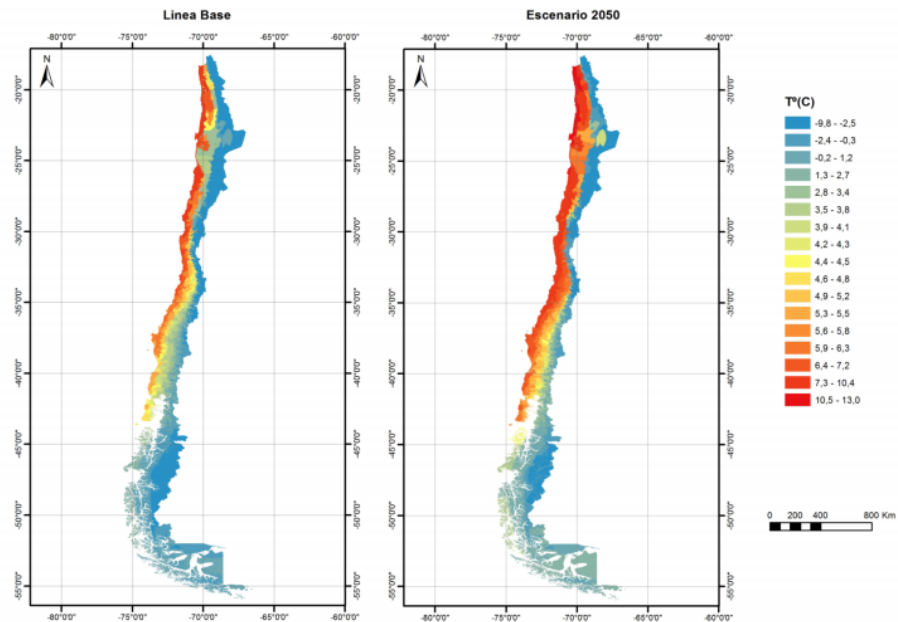
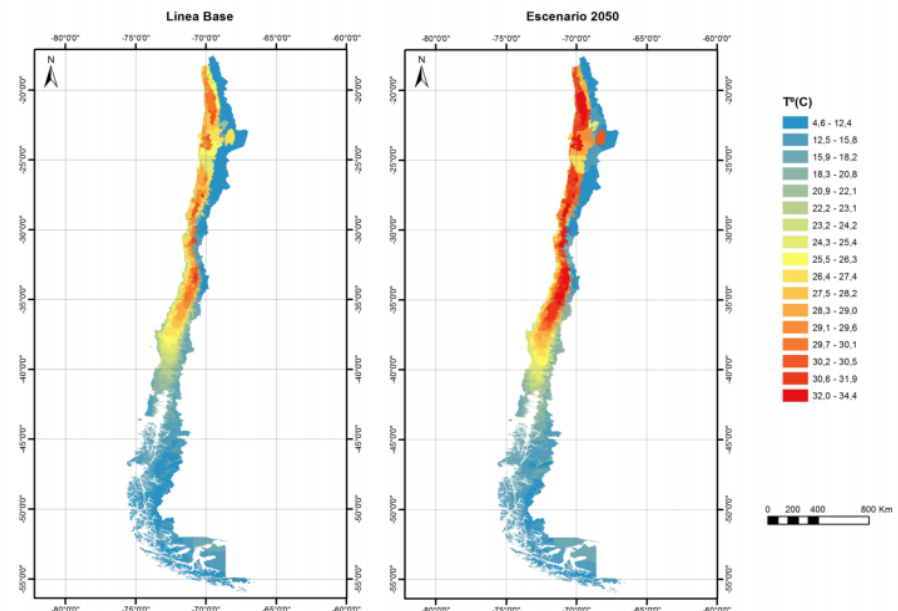


Figura 5 Temperatura máxima del mes más cálido por comuna: línea base y escenario 2050

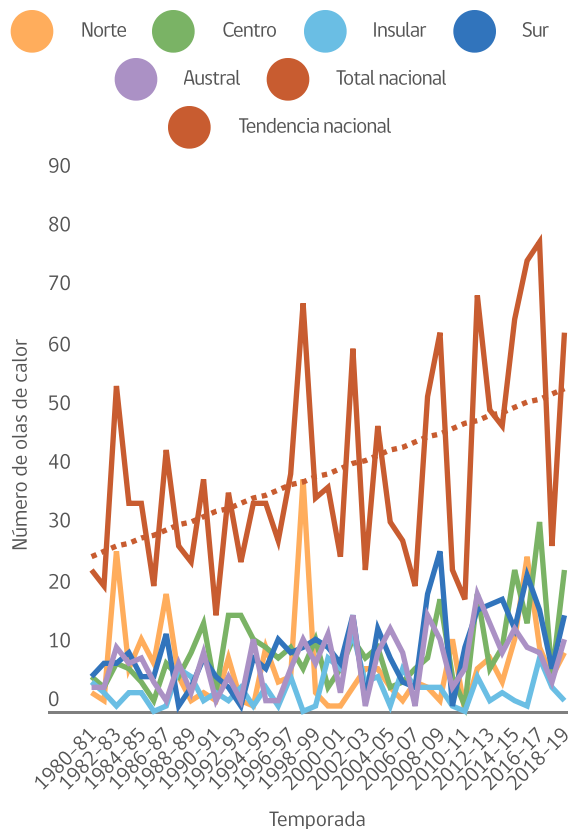


Fuente: Información para de Desarrollo Productivo Ltda (INFODEP), Estudio encargado por el Ministerio del Medio Ambiente (MMA), 2016.

[1] Para el escenario al 2050 se utilizó un promedio ponderado con 17 de los modelos de circulación general de la atmósfera (CGM) que se han incluido en el Quinto Informe de Evaluación (AR5, 2013) del IPCC. Estos modelos se han generado originalmente considerando la trayectoria de concentración de gases de efecto invernadero (Representative Concentration Pathway) RCP 8.5 para el año 2050, lo que significa que para ese entonces la atmósfera terrestre absorberá y convertirá en calor 8.5 watts/m2 en promedio, los que en el pasado escapaban al exterior. Dicho escenario corresponde al rango más alto de aumento en el forzamiento radiativo de los 4 existentes (RCP 2.6, 4.5, 6.0 y 8.5). Entre los escenarios existentes este parece ser uno de los más probables.

A nivel agregado nacional se aprecia un alza en el número de eventos de olas de calor en el periodo 1980-2019. En la temporada 1980-1981 se registraron 24 eventos, los que llegaron a 64 en 2018-2019. La temporada de mayor número ha sido 2016-2017, con 79 olas de calor. En la temporada 2018-2019 la zona norte-centro marcó la mayor cantidad de eventos (24), seguida por la zona sur (16), austral (12), norte (10) e insular (2) (**Figura 6**).

Figura 6. Olas de calor a nivel nacional y por zona, por temporada, 1980 - 2019

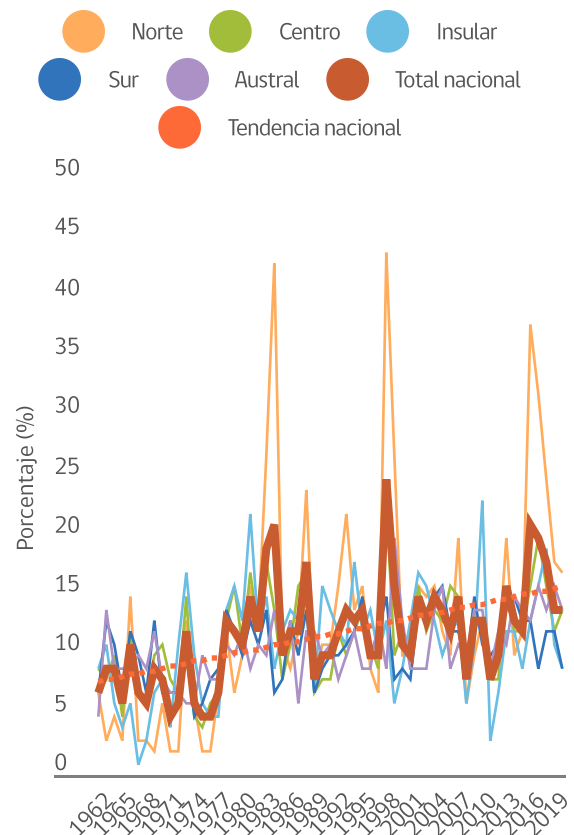


[Download data](#)

Fuente: Elaboración propia con datos de Dirección Meteorológica de Chile (DMC), 2020.

El porcentaje promedio de noches cálidas por año en el país exhibe un aumento en el periodo, pasando de 7% en 1961 a 14% en 2019, con los valores más elevados en 1983 (21%), 1997 (25%) y 2015 (21%). La zona norte es la que anota los valores más altos esos años (43%, 44% y 42%, respectivamente), marcando Arica el récord de noches cálidas de 67% el año 2015. En 2019 la zona norte presentó también la mayor proporción (17%), siendo Calama la localidad con más noches cálidas (32%) (**Figura 7**).

Figura 7. Noches cálidas a nivel nacional y por zonas, temporadas 1961 - 2019

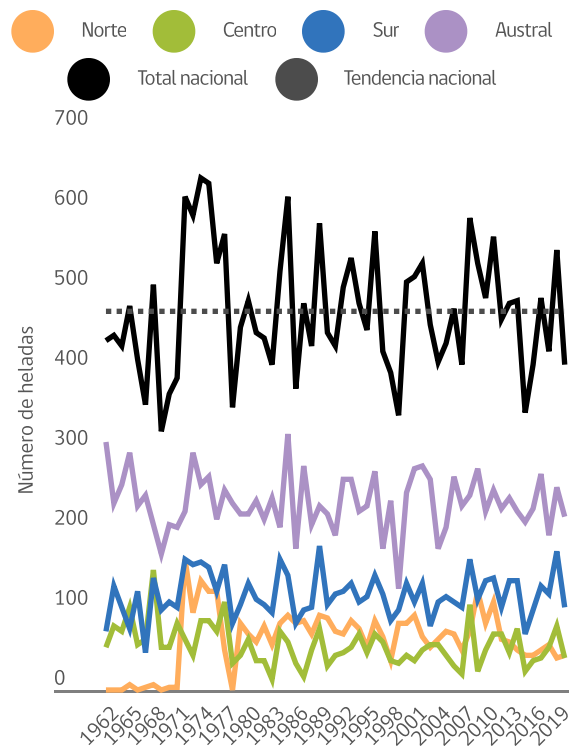


[Download data](#)

Fuente: Elaboración propia con datos de Dirección Meteorológica de Chile (DMC), 2020.

El número total de heladas a nivel nacional tiene bastante variación en el periodo 1961-2019, sin una tendencia definida, siendo el año 1968 el de menor número (324) y 1973, el de mayor cantidad (640). En 2019 se redujo el número de heladas con relación al año anterior, alcanzando a 406. El comportamiento de las heladas y su impacto es distinto según zona del país. En la zona central, donde existen cultivos agrícolas que pueden resultar dañados por las heladas, se advierte que estas han disminuido entre 2018 y 2019; por ejemplo, de 14 a 9 días en Santiago, de 22 a 12 días en Curicó y de 41 a 18 días en Chillán (**Figura 8**).

Figura 8. Heladas a nivel nacional y por zonas, 1961-2019

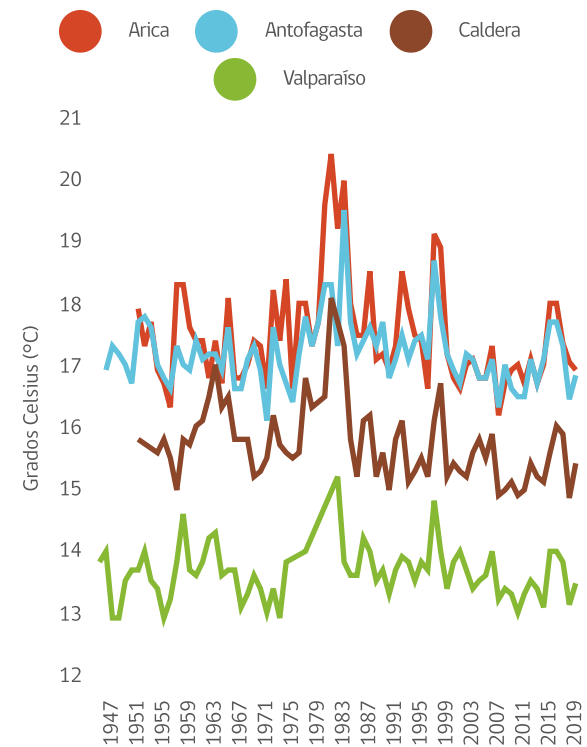


Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de Dirección Meteorológica de Chile (DMC), 2020.

La temperatura superficial del mar (TSM) promedio manifiesta comportamientos variables en el período 1945-2019. Se observa, primero una tendencia de calentamiento hasta inicios de los 80 y a partir de entonces, una inclinación a la baja del orden de 0,1 °C a 0,2 °C por década. Entre 2017 y 2018 la TSM descendió en las cuatro estaciones de monitoreo seleccionadas; sin embargo, entre 2018 y 2019 solo en Arica se redujo, subiendo en Antofagasta, Caldera y Valparaíso (**Figura 9**).

Figura 9. Temperatura superficial promedio del mar en estaciones de monitoreo seleccionadas, 1945-2019



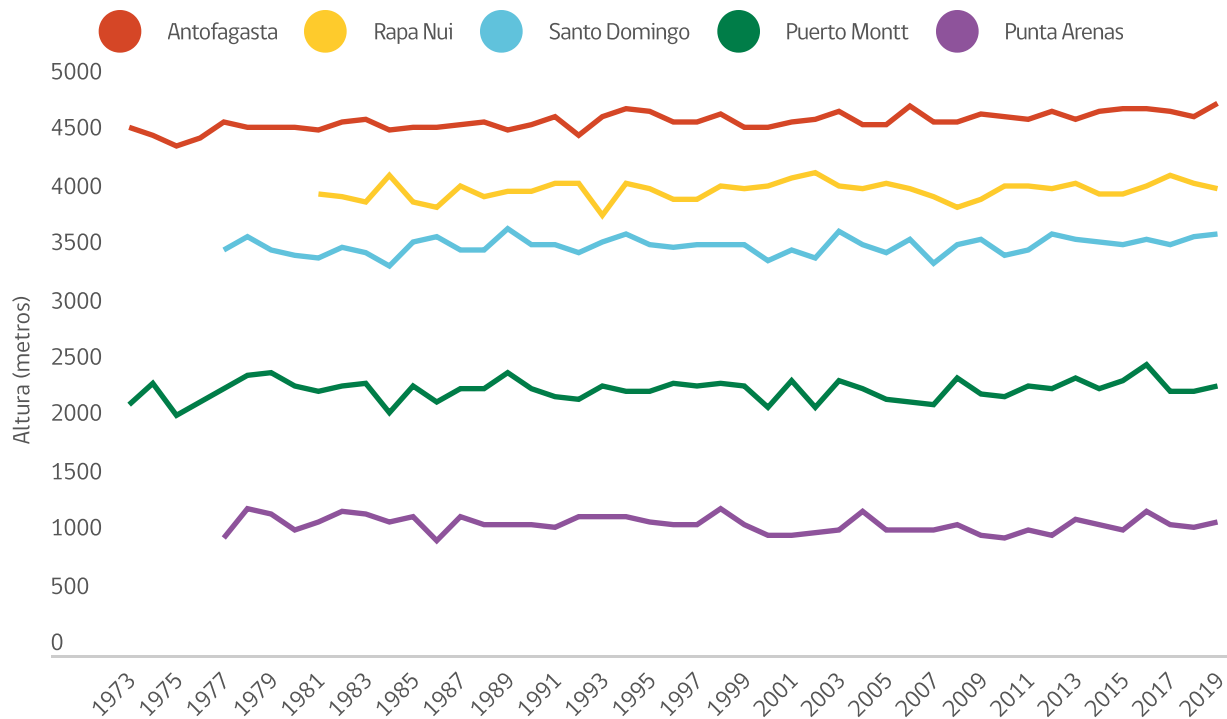
Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile (SHOA), 2020..

De acuerdo con la Dirección Meteorológica de Chile (DMC), la isoterma cero se define como la altura donde la temperatura del aire es igual a 0 °C, sirviendo como referencia del nivel donde la precipitación cambia de líquida (agua) a sólida (nieve). El calentamiento atmosférico debido al cambio climático está provocando un ascenso de la isoterma cero en el país (Carrasco, Osorio y Casassa, 2008). Por ello, los eventos extremos de precipitación y temperatura podrían influir en la ocurrencia de remociones en masa o aumento de caudales,

lo que, sumado a la mayor población expuesta, acrecienta el riesgo de ocurrencia de desastres. En la zona norte, centro y sur del territorio se observa un incremento de la altura de la isoterma de 0 °C ("línea de nieve") en el periodo 1973-2019. En Antofagasta, Santo Domingo y Puerto Montt las alzas son de 38, 13 y 10 metros por década, respectivamente (**Figura 10**).

Figura 10. Isoterma cero en lugares seleccionados del país, 1973-2019



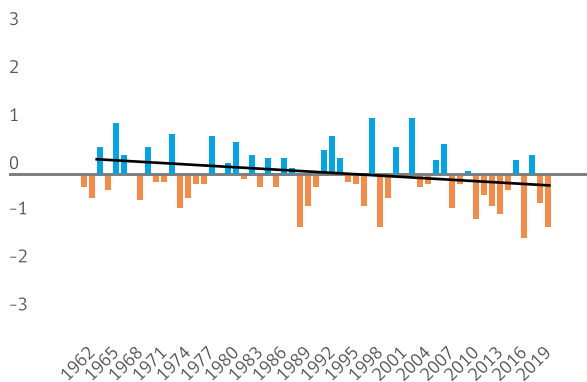
[Download data](#)

Fuente: Elaboración propia con datos de Dirección Meteorológica de Chile (DMC), 2020.

2.2. Precipitaciones

A nivel nacional, la tendencia es a la disminución de las precipitaciones respecto de lo considerado normal (**Figura 11**). La precipitación total anual nacional refleja un déficit de aproximadamente 23% el año 2019, siendo uno de los más secos del periodo 1981-2019.

Figura 11. Anomalías estandarizadas de precipitaciones, a nivel nacional, 1961-2019



Download data

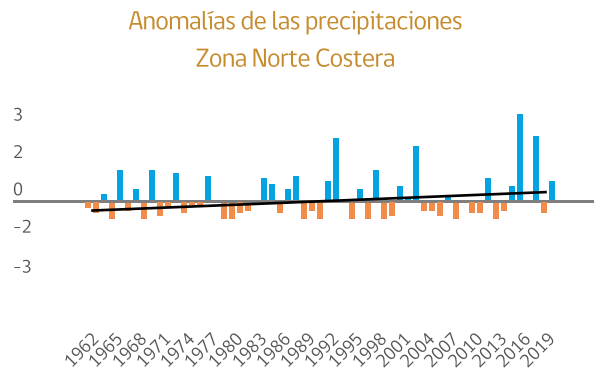
■ Sobre el promedio del periodo normal (1961-1990)
■ Bajo el promedio del periodo normal (1961-1990)
— Tendencia lineal

Fuente: Elaboración propia con datos de Dirección Meteorológica de Chile (DMC), 2020.

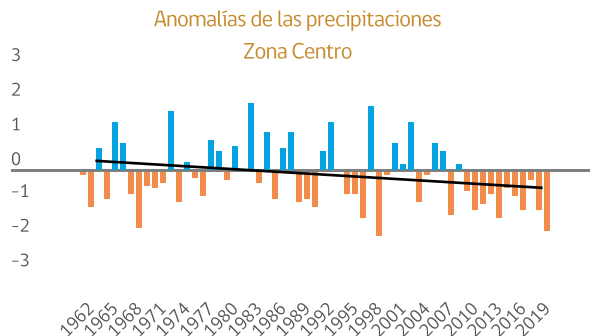
El comportamiento de las precipitaciones entre los años 1961 y 2019 respecto al promedio del periodo normal (1961-1990) varía entre zonas del país. La zona norte es la única que presenta una ligera tendencia lluviosa, pero con gran variabilidad interanual; así, por ejemplo, en 2015 marca un récord histórico de precipitaciones, mientras que en 2019 se encuentra algo sobre lo normal. La zona centro muestra una pequeña merma de precipitaciones, con los últimos once años (2009-2019) consecutivos bajo lo normal y el último año como el segundo menos lluvioso del periodo total. Algo similar sucede en los últimos diez años (2010-2019) en la zona insular.

La zona sur evidencia una significativa tendencia a la baja, con los últimos trece años (2007-2019) bajo lo normal de forma permanente y 2019 como el segundo año menos lluvioso de todo el lapso. En la zona austral la baja es menor y no muy definida, con precipitaciones levemente bajo lo normal en 2019 (**Figura 12**).

Figura 12. Anomalías estandarizadas de precipitaciones, según zona del país, 1961-2019



Download data

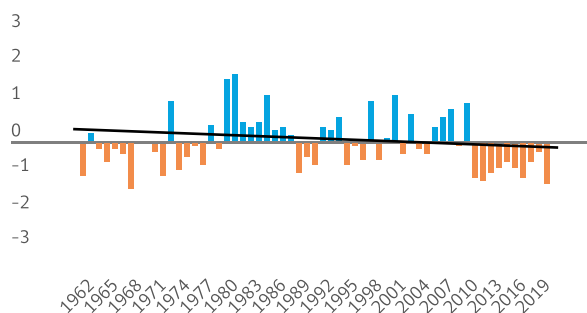


Download data

■ Sobre el promedio del periodo normal (1961-1990)
■ Bajo el promedio del periodo normal (1961-1990)
— Tendencia lineal

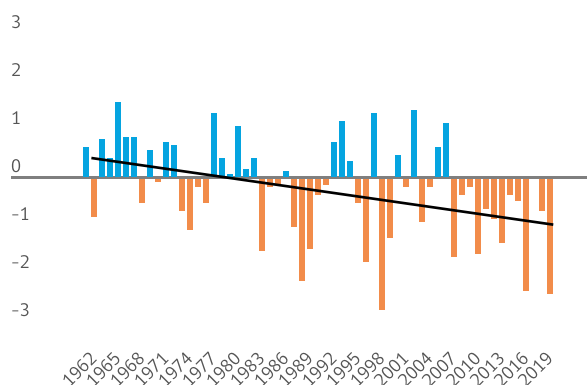
Fuente: Elaboración propia con datos de Dirección Meteorológica de Chile (DMC), 2020.

Anomalías de las precipitaciones Zona Insular

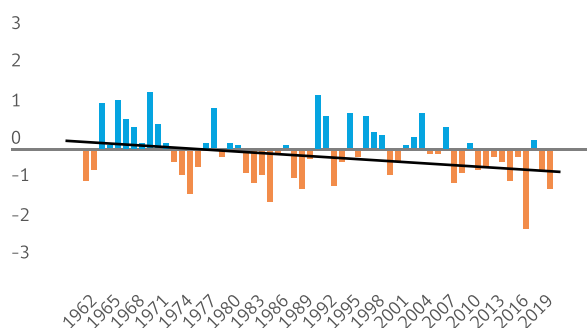


Download data

Anomalías de las precipitaciones Zona Sur



Anomalías de las precipitaciones Zona Austral



Download data

- Sobre el promedio del periodo normal (1961-1990)
- Bajo el promedio del periodo normal (1961-1990)
- Tendencia lineal

Fuente: Elaboración propia con datos de Dirección Meteorológica de Chile (DMC), 2020.



Las proyecciones de las precipitaciones en el país hacia el 2050² muestran una disminución, lo que trae como consecuencia un clima más seco en comparación con la media histórica; las áreas más afectadas serán las regiones entre Atacama y Los Lagos, las más productivas desde el punto de vista agrícola y con mayor concentración de población del país (Figura 13 y Figura 14).

Figura 13. Precipitación anual máxima por comuna: línea base y escenario 2050

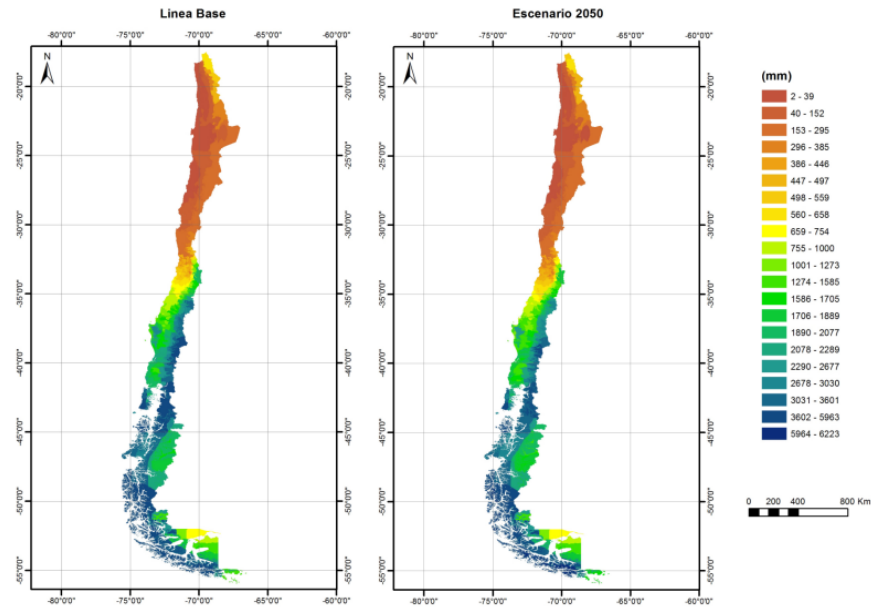
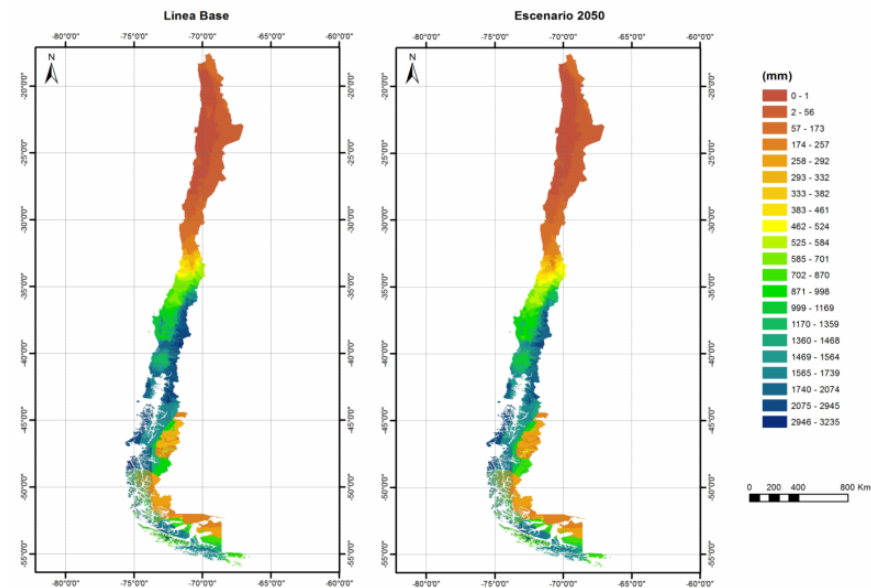


Figura 14. Precipitación anual mínima por comuna: línea base y escenario 2050



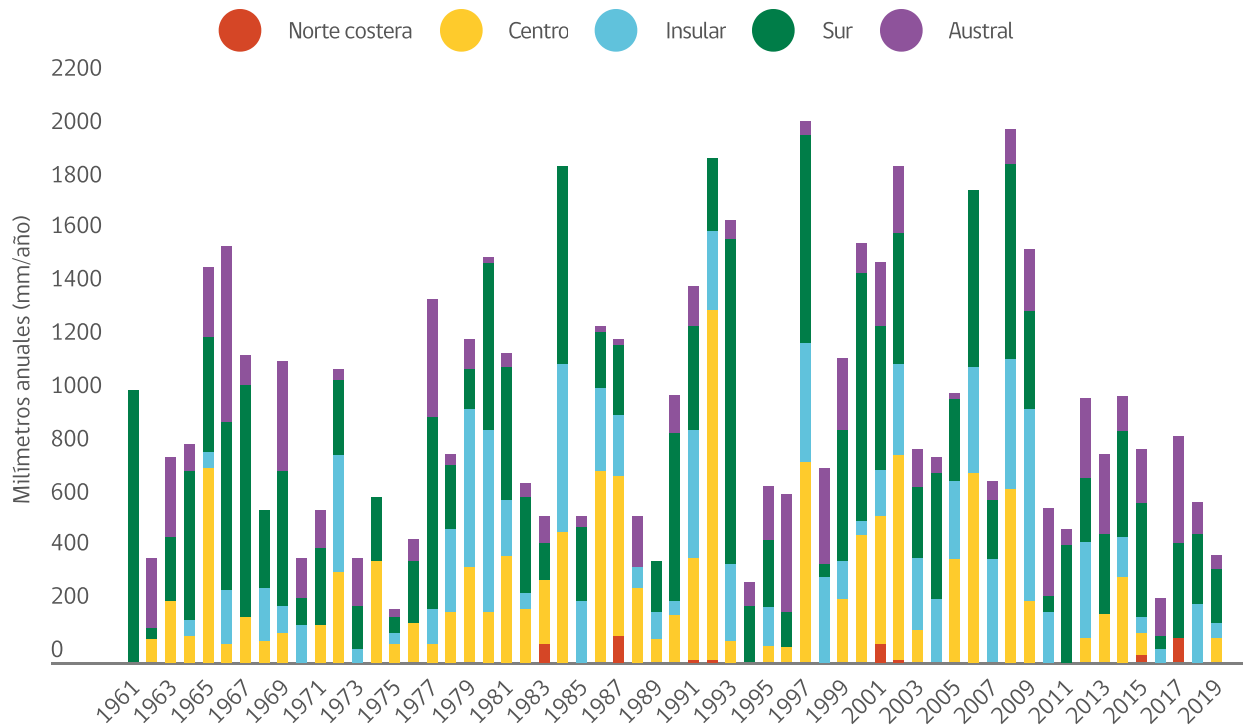
Fuente: Información para de Desarrollo Productivo Ltda (INFODEP), Estudio encargado por el Ministerio del Medio Ambiente (MMA), 2016.

[2] Para el escenario de futuro 2050 se utilizó un promedio ponderado con 17 de los modelos de circulación general de la atmósfera (CGM) que se han incluido en el Quinto Informe de Evaluación (AR5, 2013) del IPCC. Estos modelos se han generado originalmente considerando la trayectoria de concentración de gases de efecto invernadero (Representative Concentration Pathway) RCP 8.5 para el año 2050, lo que significa que para ese entonces la atmósfera terrestre absorberá y convertirá en calor 8.5 watts/m2 en promedio, los que en el pasado escapaban al exterior. Dicho escenario corresponde al rango más alto de aumento en el forzamiento radiativo de los 4 existentes (RCP 2.6, 4.5, 6.0 y 8.5). Entre los escenarios existentes este parece ser uno de los más probables...

Aunque en la mayor parte de las zonas del país se aprecia una tendencia a la baja de las precipitaciones en el periodo 1961-2019, su intensidad (precipitación extrema) tiene una alta variación. La precipitación extrema corresponde a la suma total del año de la precipitación diaria que sobrepasa el percentil 99% en días que superen 1 milímetro.

Los años de mayores precipitaciones extremas han sido 1992, 1997, 2002 y 2008, superando los tres primeros los 1.800 mm anuales. En los últimos años, en 2016 se verificó la precipitación extrema más baja (242 mm) del periodo histórico total, mientras que en 2017 subió hasta los 852 mm/año. En 2018, en tanto, cayó hasta los 601 mm y en 2019 a 400 mm, concentrados sobre todo en las zonas sur y centro (**Figura 15**).

Figura 15. Precipitación extrema según zona del país, 1961-2019



[Download data](#)

Fuente: Elaboración propia con datos de Dirección Meteorológica de Chile (DMC), 2020.

3. Impactos del cambio climático

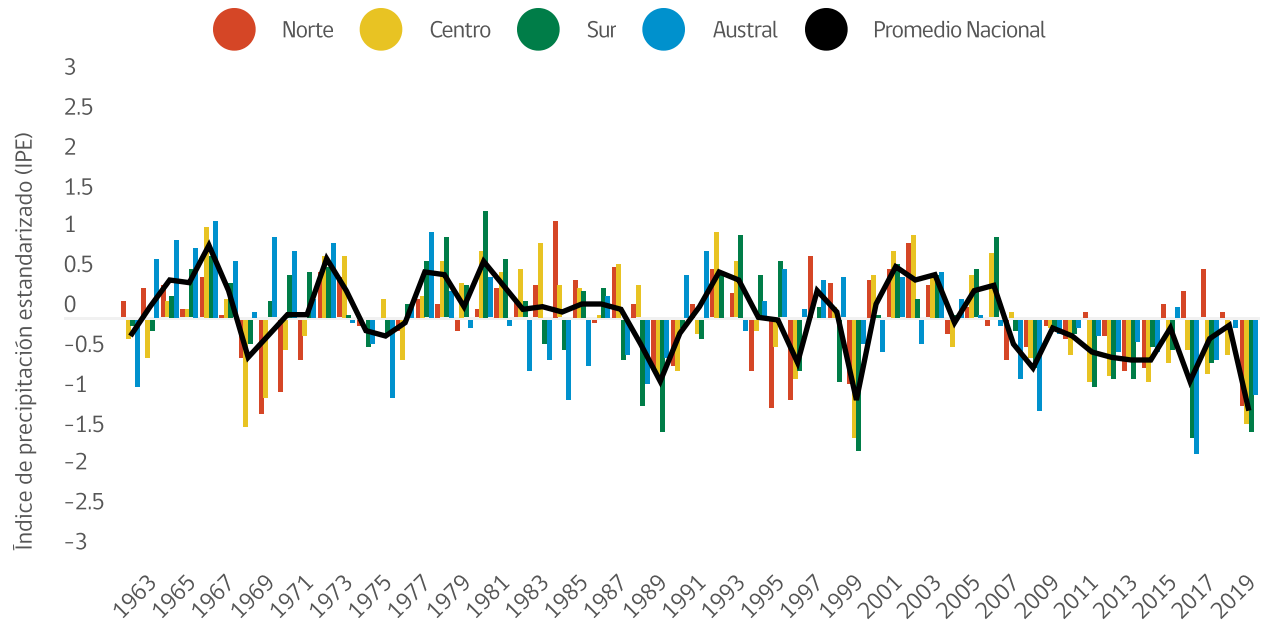
La sequía es uno de los impactos más importantes del cambio climático en Chile. Adicionalmente, se estudia la ocurrencia e intensidad de eventos que también podrían ser atribuidos a este fenómeno, tales como inundaciones, remoción en masa generada por aluviones, intensificación de incendios forestales y de marejadas y acidificación del océano. Se pone de manifiesto así que las características geográficas, climáticas, económicas y socioculturales del país son relevantes en su vulnerabilidad y exposición a los impactos del cambio climático.



3.1. Recursos hídricos y sequía

Las sequías en Chile son un fenómeno recurrente y se han agudizado a lo largo del tiempo. Hay evidencias científicas que vinculan al menos 25% de la sequía experimentada por el país desde 2009, la más extensa temporal y espacialmente registrada, con el cambio climático antropogénico (**Ver capítulo de Aguas Continentales**).

El índice de sequía (índice de precipitación estandarizado de doce meses) en el periodo 1962-2019 muestra claros eventos multianuales, como el de 1988-1990; resalta particularmente el periodo 2007-2019 de trece años consecutivos con déficit de precipitación (valores negativos), conocido como megasequía (**Figura 16**). En 2019 se anotó el promedio nacional de mayor déficit de los registros históricos, ubicándose en el rango de moderadamente seco (-1,19), con las zonas norte, centro y sur en moderadamente seco y la zona austral en ligeramente seco.

Figura 16. Índice de sequía (índice de precipitación estandarizado de 12 meses), 1972-2019

 [Download data](#)

Fuente: Elaboración propia con datos de Dirección Meteorológica de Chile (DMC), 2020.

3.2. Eventos extremos y desastres

Entre 1906 y 2019 los desastres de mayor ocurrencia fueron las inundaciones, que representan 25% del total de desastres. A partir de 2011, se puede apreciar una predominancia de desastres ligados a cambio climático, principalmente eventos de tipo hidrológicos (inundaciones, remociones en masa), climatológicos (incendios forestales) y meteorológicos, incluido sistema frontal y de baja presión.

En 2017 se atribuyó a desastres vinculados a cambio climático un valor de 85,01 muertes, personas desaparecidas y afectadas directamente, por 100.000 habitantes. En 2018 no se registraron impactos en personas.



3.3. Biodiversidad

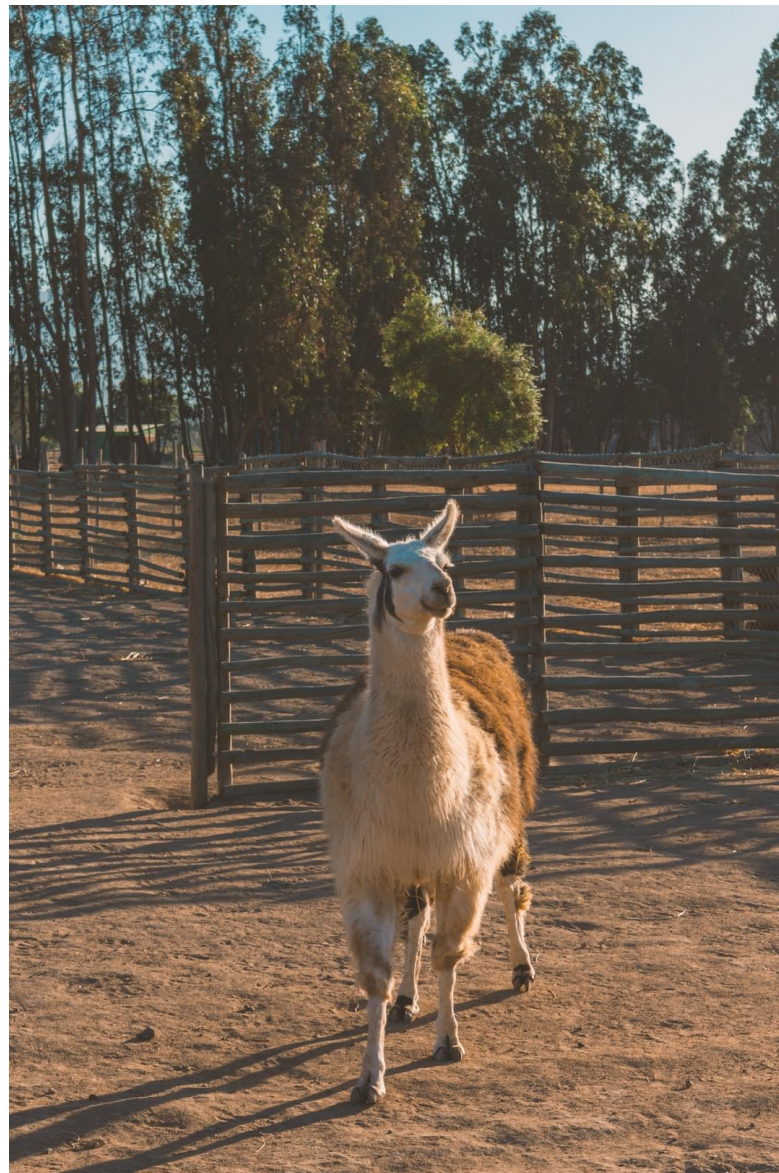
La biodiversidad de Chile es rica y variada, destacando por su alto grado de endemismo, exclusividad y múltiples tipos de ecosistemas que cumplen funciones críticas en el mantenimiento de servicios ecosistémicos claves, tanto para el país como para el resto del mundo (**Ver capítulo de Biodiversidad**).

En esta materia, se proyecta una pérdida importante del patrimonio genético nacional. Se estima que a 2050 tres pisos vegetacionales serían los más afectados, ya que los bioclimas asociados a ellos parecen desconfigurarse. Se trata del bosque caducifolio templado-antiboreal andino de *Nothofagus pumilio* y *Maytenus disticha*, en la Región de Magallanes y la Antártica Chilena; el bosque caducifolio mediterráneo costero de *Nothofagus macrocarpa* y *Ribes punctatum*, y el bosque espinoso mediterráneo interior de *Acacia caven* y *Prosopis chilensis*, ambos en las regiones de Valparaíso, Metropolitana y O'Higgins (Ministerio del Medio Ambiente [MMA], 2014a).

Se pronostican efectos negativos considerables sobre sistemas llamados hotspot o sitios de especial concentración de biodiversidad, como son los humedales altoandinos de la zona norte y especies de flora endémica clasificadas como vulnerables o en peligro de extinción.

los últimos años se han desarrollado distintas proyecciones para los efectos del cambio climático sobre la biodiversidad (Marquet et al., 2010). Estos análisis se han realizado tanto para especies (Santelices et al. 2012; Cuyckens et al. 2016; Atala, et al. 2017), como para ecosistemas (Bambach et al. 2013; Santibañez, et al. 2013; Luebert y Plischoff, 2017) e incluso a nivel de diversidad filogenética, junto con la riqueza de especies y géneros, para el caso de la flora mediterránea (Fuentes-Castillo et al., 2019).

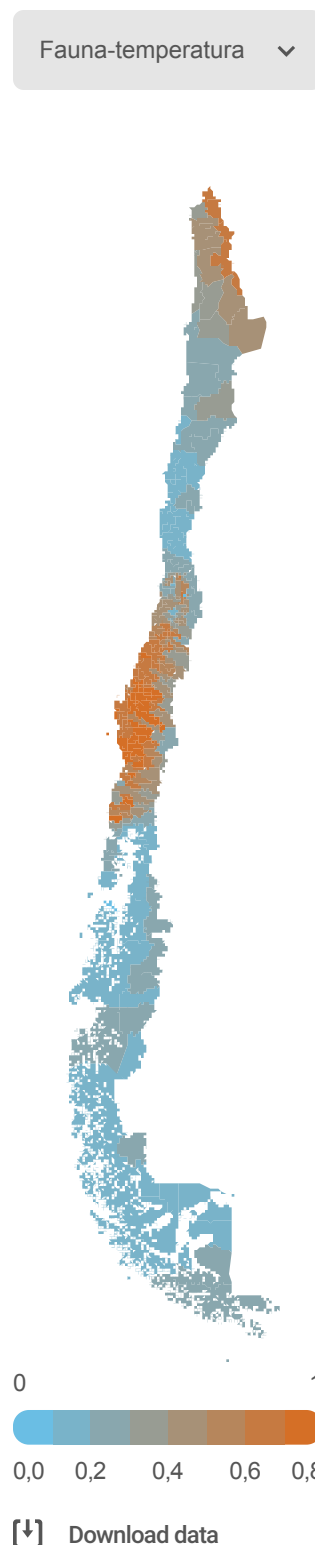
A nivel de especie, en general estos estudios coinciden en una disminución en las áreas de distribución actual, mientras que, para los ecosistemas terrestres de Chile continental, los resultados siguen los principales patrones globales de distribución. Esto es el movimiento ascendente de la costa a las montañas, y el movimiento hacia los polos, desde los ecosistemas del norte hacia el sur, en busca de áreas más húmedas.



Los escenarios de Trayectoria de Concentración Representativa (RCP, por su sigla en inglés) consideran el manejo de escenarios que evalúan distintas estrategias y políticas climáticas de mitigación y de adaptación. Los escenarios RCP 2,6, y RCP 8,5 corresponden a escenarios con distinta concentración de gases de efecto invernadero, sin embargo, su nombre corresponde a una medida de la diferencia de energía entre la radiación solar que entra a la atmósfera y la energía que se irradia, que las concentraciones de gases provocan (Rojas, 2012). De acuerdo con los análisis de los escenarios RCP, se estima que a nivel de ecosistemas los patrones de variación por el cambio climático presentarán una modificación en la distribución, composición y estructura de estos. En términos generales, se estima que los cambios a futuro se presentarían en dos patrones latitudinales, considerando como el límite de estos a la latitud 32°-35°. Desde esa latitud hacia el norte, el patrón de dirección sería hacia el norte y Este. Mientras que, hacia el sur de la latitud señalada, habría una dirección predominante hacia el Sur. Mientras que, las formaciones andinas se moverían a zonas de mayor altitud, es decir hacia el Este. En este sentido, los ecosistemas montañosos tendrían el problema de contar con poco espacio disponible para desplazarse (Luebert y Plischoff, 2017).

Según el escenario RCP 2,6 para el periodo 2040-2070, de los 125 ecosistemas definidos por Luebert y Plischoff (2017), 67 presentarían una reducción de la distribución, mientras que 58 presentarían una expansión de la misma. Los ecosistemas que se reducirían en más de 50% corresponden a matorral bajo tropical andinos e inferior, matorral desértico tropical interior, dunas tropicales costeras, bosque siempreverde templado andino e inferior, bosque resinoso templado costero y bosque esclerófilo mediterráneo andino. En el escenario RCP 8,5 para el periodo 2040-2070, se reduciría la distribución de 70 ecosistemas.

Figura 17. Índice de riesgo por cambio climático de flora y fauna según Precipitación y temperatura, por comunas



Fuente: Elaboración propia en capas CR2- Centro UC Cambio Global; 2020.

Recientemente se publicó un estudio sobre el riesgo de la biodiversidad ante el cambio climático basado en tres criterios fundamentales: i) diferencia entre el clima actual y futuro, según las variables de precipitación y temperatura; ii) porcentaje de pérdida de superficie, según los porcentajes designados por categorías de estado de conservación; iii) vulnerabilidad, según la sensibilidad y capacidad de adaptación de las especies (CR2- Centro UC Cambio Global, 2020). Considerando solo temperatura, este análisis concluyó que la flora del país tendría el mayor riesgo en el altiplano y en el área andina de la zona centro sur, desde la región del Maule a la región de los Lagos. En relación con el análisis de precipitación para flora, la zona de mayor riesgo coincide solo con la zona centro sur que arrojó el análisis sobre temperatura. El análisis de fauna presenta conclusiones similares en cuanto a la zona centro sur definida para flora, pero con patrones de menor magnitud (Mapa 15; CR2- Centro UC Cambio Global, 2020).

Desde otro punto de vista, es importante enfatizar la relevancia de las áreas protegidas para la conservación de la biodiversidad ante los efectos del cambio climático. En efecto, Fuentes-Castillo et al. (2019), mediante una predicción de los patrones de diversidad filogenética y riqueza de géneros y especies de flora de la región mediterránea de Chile, en los escenarios RCP 2,6 y RCP 8,5, concluyeron que la mayor pérdida, considerando promedios de especies y géneros, ocurrirá fuera de las áreas protegidas, mientras que la ganancia de especies y géneros sería mayor dentro de estas áreas.



3.4. Impacto social

Chile también posee una gran diversidad cultural y social, con 12,8% de población indígena, un significativo aumento de migrantes -que pasaron de representar 0,81% del total nacional en 1992 a 4,35% en 2017-, un 16,2% de adultos mayores y 12,7% de personas en situación de discapacidad.

La diversidad cultural, social y natural del país es una de sus riquezas más valiosas, por lo que incorporarla en la toma de decisiones -incluir, por ejemplo, los conocimientos de las comunidades indígenas y locales, cuando estén disponibles-, junto con preservar y restaurar la biodiversidad y expandir las soluciones basadas en la naturaleza, son elementos que permitirán construir un Chile resiliente.

También son relevantes los gobiernos y las comunidades locales, dado que los territorios afrontan directamente los impactos del cambio climático, donde la capacidad de responder a dichos impactos se vuelve clave para amortiguar los daños y pérdidas que pueden provocar los eventos extremos. En suma, fortalecer la capacidad de respuesta de la población y de las instituciones ante el desafío de un futuro incierto y cambiante es una tarea fundamental del proceso de adaptación al cambio climático.

A pesar de que el país, al igual que el resto del mundo, se ve enfrentado a la pandemia del Covid-19, existe la plena convicción de seguir avanzando hacia un desarrollo bajo en emisiones y una hoja de ruta que permita, una vez superada esta emergencia sanitaria, la reactivación económica con la sustentabilidad como eje.



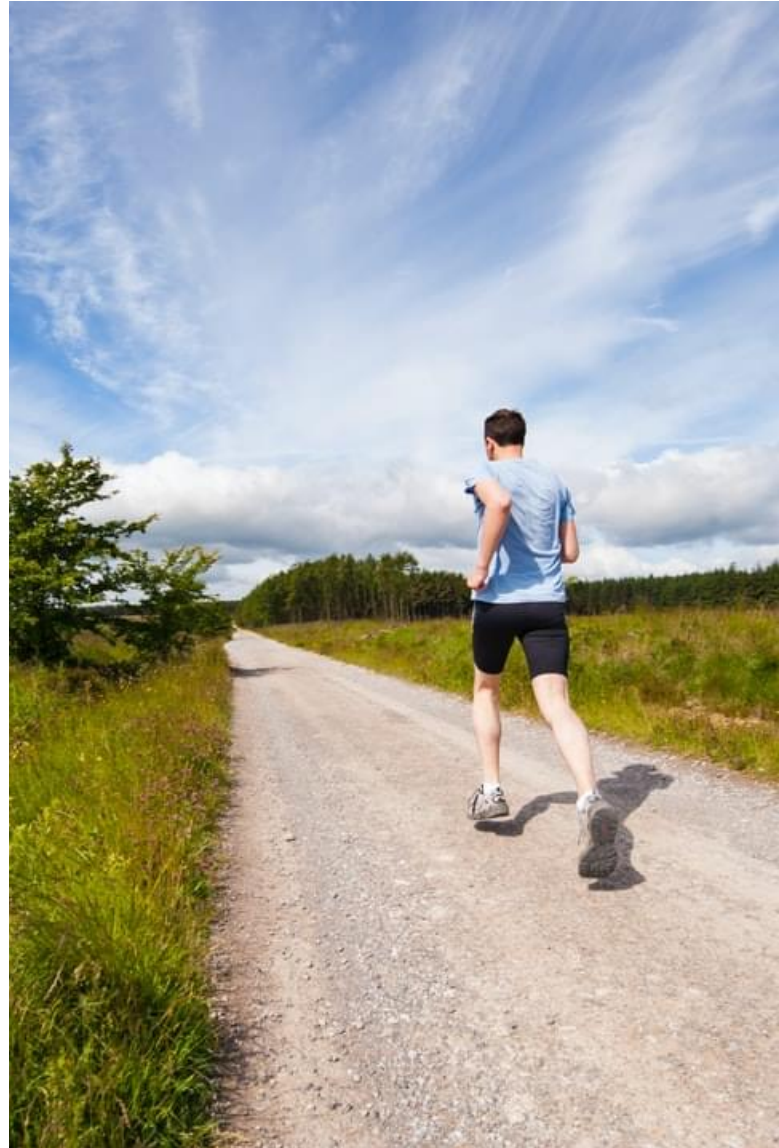
3.5. Salud

Hay una conexión muy directa entre los cambios ambientales que surgen del calentamiento global y grandes amenazas para la salud humana. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2016) en 2012 perdieron la vida 12,6 millones de personas por vivir o trabajar en ambientes poco saludables. Esa cifra de fallecimientos atribuibles al medio ambiente representa 23%, casi una cuarta parte del total mundial de muertes ese año.

En Chile, se proyecta el aumento de algunas enfermedades ya existentes, condiciones para el ingreso de nuevas enfermedades y agravamiento del efecto de ciertas variables ambientales en la salud de la población. En la zona centro-sur podría haber un alza de enfermedades transmitidas por roedores y garrapatas (hantavirus y rabia) y en el Norte Grande se favorecería el desarrollo de enfermedades vectoriales como la malaria, de la cual el país está libre, y el dengue, prácticamente ausente en el territorio continental.

Como consecuencia de sequías e inundaciones se reduciría la calidad y la disponibilidad de agua y de alimentos, lo cual podría tener impactos en la nutrición y en la calidad de vida de la población, así como en la incidencia de algunas enfermedades no transmisibles.

La mayor frecuencia e intensidad de las olas de calor tendrá impactos negativos en la salud física y mental de las personas.



3.6. Infraestructura

Las redes de infraestructura se verán afectadas por los impactos físicos asociados a la variabilidad y cambio climáticos, pero también desempeñarán un papel esencial en el desarrollo de la resiliencia a esos impactos. Es posible que, por el cambio climático, la infraestructura existente deba ser adaptada o administrada de manera diferente. Por último, será necesario construir infraestructura adicional, como los diques, para abordar los impactos físicos del cambio climático (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico [OECD], 2018).

El cambio climático impacta en el mantenimiento vial y en pérdidas de conectividad, construcción y política de adaptación. Las medidas de adaptación proactivas dan como resultado costos fiscales más bajos y tasas de conectividad más altas (Schweikert et al., 2014).

El aumento en la frecuencia e intensidad de eventos hidrometeorológicos extremos pondría en riesgo la infraestructura pública construida (obras de vialidad, puentes, puertos e infraestructura hídrica, entre otras), con impacto importante sobre los servicios provistos por estas obras. En el caso de las marejadas, habría riesgo para las poblaciones que habitan en el borde costero.



3.7. Energía

Los principales impactos proyectados tienen relación con la generación de energía hidroeléctrica, que depende de la disponibilidad de los caudales de ríos, los cuales se verían disminuidos. En Chile, en el escenario de mayores emisiones de GEI, el potencial de generación hidroeléctrica del Sistema Interconectado Central (SIC) presentaría una merma de entre 11% (período 2011-2040) y 22% (período 2071-2099) y de 10% a 16% para los mismos períodos en el escenario de menores emisiones (Comisión Económica para América Latina y el Caribe [Cepal], 2012).



3.8. Sector silvoagropecuario

Se esperaría un desplazamiento de los cultivos agrícolas hacia el sur, junto con una menor disponibilidad de aguas para riego en la zona central, generando cambios en la producción y en los ingresos netos, que serían negativos en las zonas norte y centro, y positivos en las zonas sur y austral dependiendo del tipo de cultivo. La población más vulnerable sería la dedicada a la agricultura del secano interior y secano costero, entre las regiones de Valparaíso y del Biobío, los agricultores de los valles transversales y los ganaderos del secano.



3.9. Pesca y acuicultura

Se podría afectar la captura pesquera nacional. La captura de anchoveta podría verse incrementada si la TSM baja en 0,02 °C/año, pero ocurriría lo contrario si se eleva en 0,034 °C o en 0,025 °C/año (Yáñez et al., 2014 citado en MMA, 2014a). Si la TSM sube entre 1,0 °C y 2,3°C hacia el año 2050 se esperarían leves disminuciones (alrededor de 5%) en las capturas de la pesca con palangre del pez espada (Silva et al., 2015 citado en MMA, 2014a).

En la acuicultura el aumento futuro en el nivel del mar podría afectar los centros de cultivo por cambios de la salinidad de las aguas estuarinas. Además, es factible que este efecto favorezca la incidencia de plagas y/o enfermedades en estos recintos.

3.10. Turismo

La proyección de una condición más tropical en el norte del país puede tener efectos positivos en el turismo de costa. Sin embargo, habría otros impactos negativos, derivados del ascenso de la línea de nieves (isoterma cero), el derretimiento de glaciares, la aceleración de los ciclos reproductivos de distintas plagas (por ejemplo, zancudos en el Norte Grande, tábanos y coliguachos en el centro y sur, algas como el *Didymo* en la zona sur y austral) y la incidencia de eventos extremos. En los campos de hielo y glaciares de la zona austral implicaría efectos negativos sobre el turismo, que constituye una de las actividades económicas más importantes de esta zona (MMA, 2014a).



3.11. Ciudades

Para las ciudades es especialmente preocupante el alza de la temperatura y la reducción de precipitaciones, ya que en ellas se concentra la mayor parte de la población del país y es, por lo tanto, donde la demanda por el recurso hídrico se acrecentará. Se proyecta una presión mayor sobre diversos servicios básicos: suministro de agua potable, alcantarillado, sistemas de energía, transporte y salud, en particular entre la población de estratos socioeconómicos más bajos (Proyecto CAS, 2012 citado en MMA, 2014a).



3.12. Carbono negro y sus impactos transversales

Existen múltiples impactos del aerosol de carbono negro (CN) en la calidad del aire, la disponibilidad de agua y el clima en la criósfera andina (Molina et al., 2015). Como consecuencia del carbono negro, los glaciares en retroceso afectan directamente los recursos hídricos, la agricultura y la producción de energía en la región andina de Sudamérica.



3.13. Impactos en zonas costeras

El estudio “Determinación del riesgo de los impactos del cambio climático en las costas de Chile” (MMA, 2019) realizó proyecciones de la amenaza, exposición, vulnerabilidad y riesgo de los sistemas humanos y naturales de la zona costera ubicados en 104 comunas de Chile continental, además de Rapa Nui y el archipiélago Juan Fernández, con miras a sentar las bases para el diseño de políticas y la implementación de medidas de adaptación.

Según se expone en ese trabajo, en Chile han aumentado los eventos de marejadas por año y en todo el país, incluida Rapa Nui y Juan Fernández, se espera un ascenso del nivel medio del mar de entre 0,15 a 0,18 [m] $\pm 0,1$ [m] para el 2045 y del orden de 0,65 $\pm 0,3$ [m] para fines de siglo. Esta subida del nivel medio del mar, sumada a la mayor frecuencia e intensidad de las marejadas, redundará en daño estructural de obras portuarias, frente a lo cual se proponen medidas de adaptación para mejorar las condiciones operacionales y para la gestión de la infraestructura en un contexto de clima futuro más severo que el actual.

El inventario de exposición de los sistemas humanos y naturales localizados bajo los 10 metros sobre el nivel del mar (msnm) identifica un total de 972.623 personas habitando esa área de exposición, 546 caletas de pescadores, 1.692 humedales, 256 campos dunares, 1.172 playas, 156 lugares de interés para la biodiversidad, 1.198 equipamientos (colegios, jardines infantiles, carabineros), 171 terminales marítimos, 475 elementos de infraestructura costera y 477 asentamientos, entre otros elementos. Se definen 12 comunas críticas: Antofagasta, Coquimbo, Viña del Mar, Valparaíso, Pichilemu, Talcahuano, Coronel, Arauco, Puerto Saavedra, Valdivia, Rapa Nui y el archipiélago Juan Fernández.

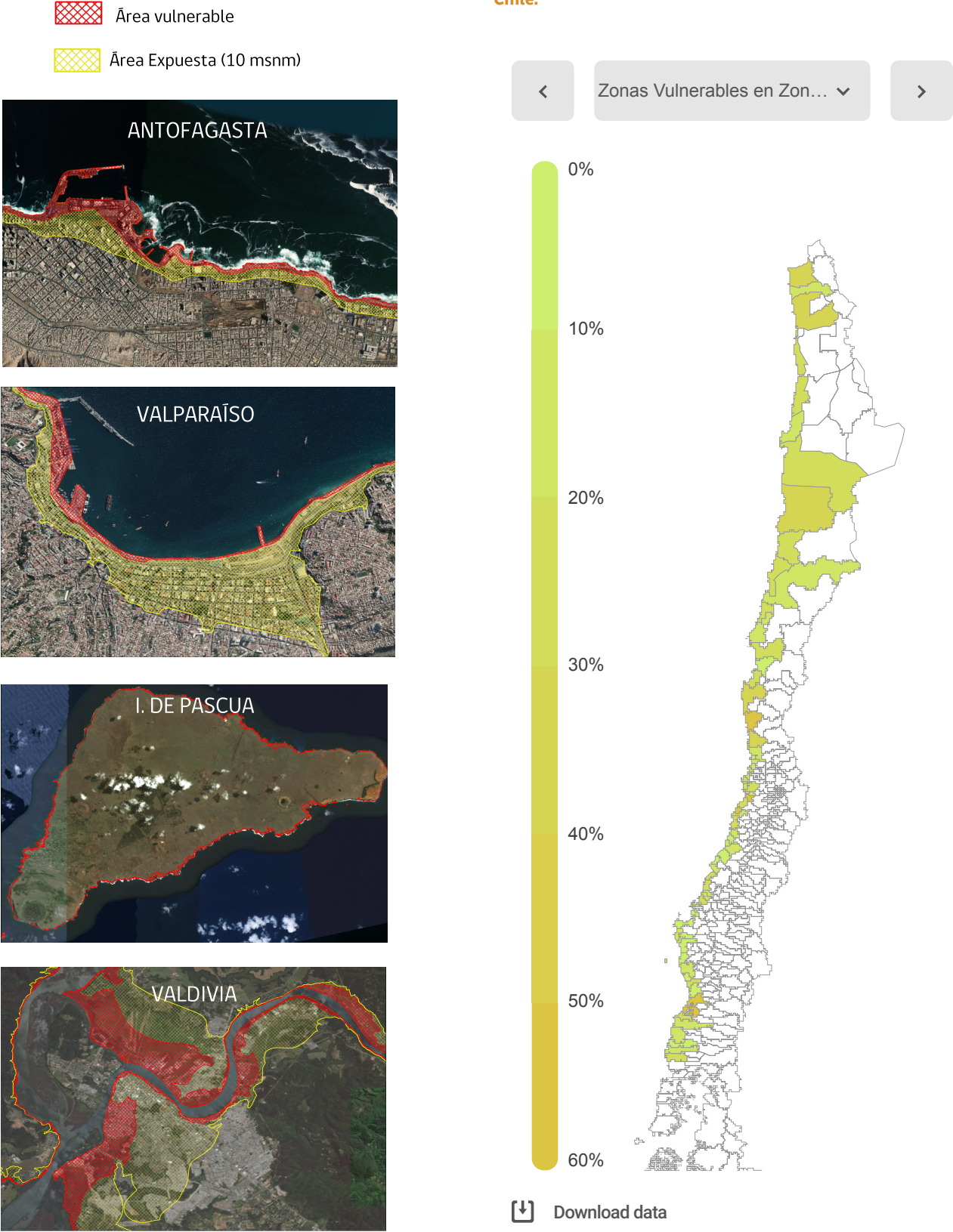
El estudio de vulnerabilidad evalúa si cada objeto del inventario de exposición será o no inundado durante la proyección (2026–2045).

Se concluye que 589 manzanas censales, 46.357 personas y 18.338 viviendas pasarían a ubicarse en zonas de inundación. Lo mismo ocurriría con 17 puentes, 4.245 puntos de la red vial, 8 centros de distribución de energía por hidrocarburos, 1 central termoeléctrica, 2 subestaciones y 53 elementos de infraestructura sanitaria. Con respecto al equipamiento comunal, 10 edificaciones de bomberos, 7 establecimientos de salud, 49 de educación y 5 de policía estarían situados en zonas inundables (**Figura 18**).

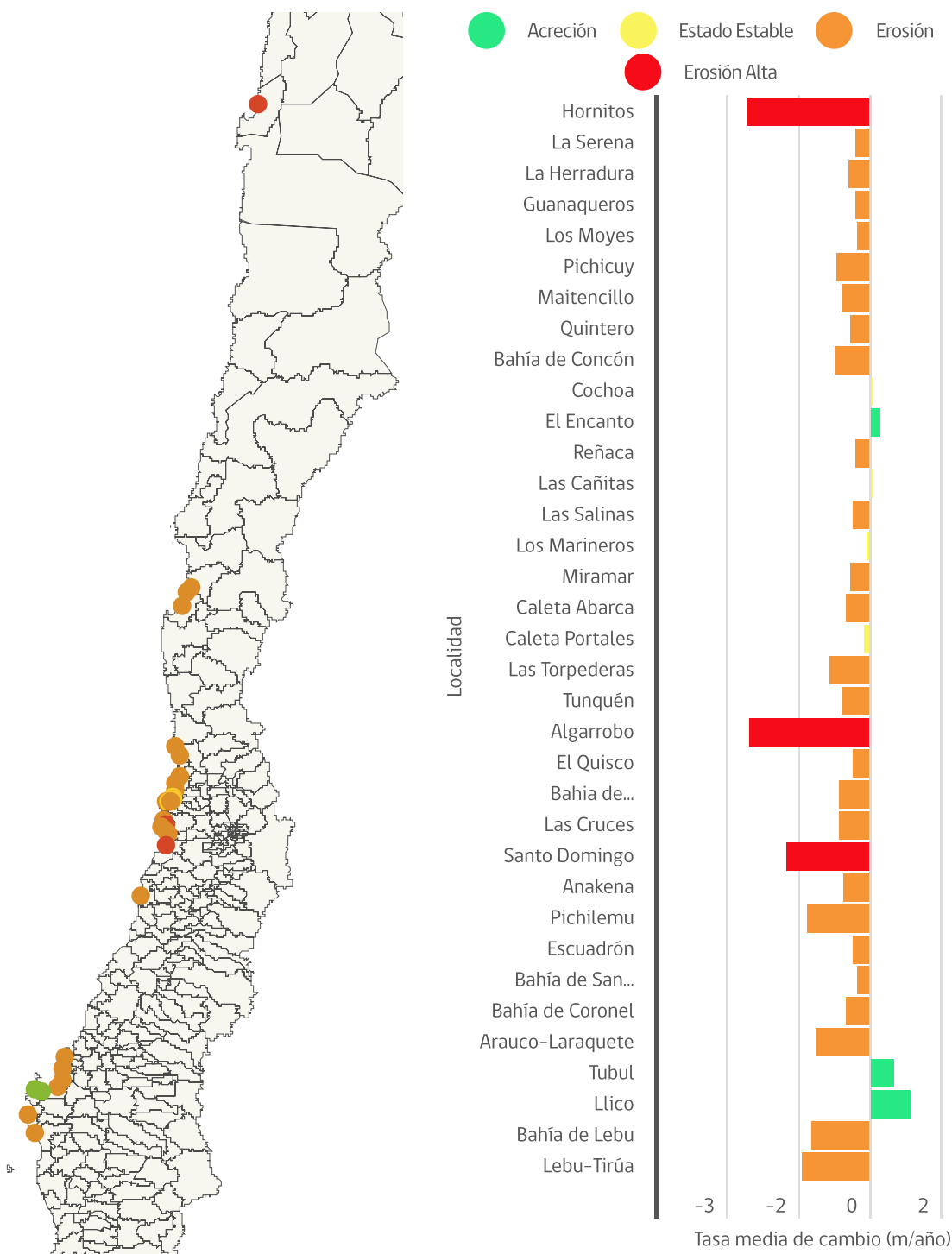
El estudio de vulnerabilidad en playas determina los cambios en la posición de la línea litoral para 35 playas en las regiones de Antofagasta, Coquimbo, Valparaíso, O'Higgins y Biobío. Los resultados indican que 9% de estas playas presenta erosión alta (mayor a 1,5 m anuales), 71% erosión, 11% un estado estable y solo 9% acreción (Figura 18). Los casos de mayor erosión corresponden a extensos litorales arenosos, asociados a campos dunares y humedales. Las playas localizadas entre Arica y el Canal de Chacao experimentarán retrocesos medios de entre 3 y 23 metros por efecto de cambios en oleaje y nivel del mar en el período 2026–2045.

En el estudio de vulnerabilidad en puertos se analiza el impacto histórico ligado a la pérdida de disponibilidad de sitios de atraque debido a oleaje (downtime). Se concluye que, entre 2008 y 2017, se registraron 9.097 cierres de puerto en 19 capitanías expuestas al Océano Pacífico de las cuales se contó con información. Los puertos con mayor cantidad de cierres son Arica (850), Tocopilla (802) y Quintero (761). Se evalúa el downtime operacional en 9 puertos en Chile (Arica, Iquique, Mejillones, Antofagasta, Coquimbo, Quintero, Valparaíso, San Antonio y San Vicente), estimándose pérdidas de 4,12 millones de dólares anuales y ganancias por 6,34 millones de dólares anuales, dando como resultado ganancias netas de 2,22 millones de dólares anuales como efecto del cambio climático.

Figura 18. Cambio Climático: Vulnerabilidad de Costas de Chile.



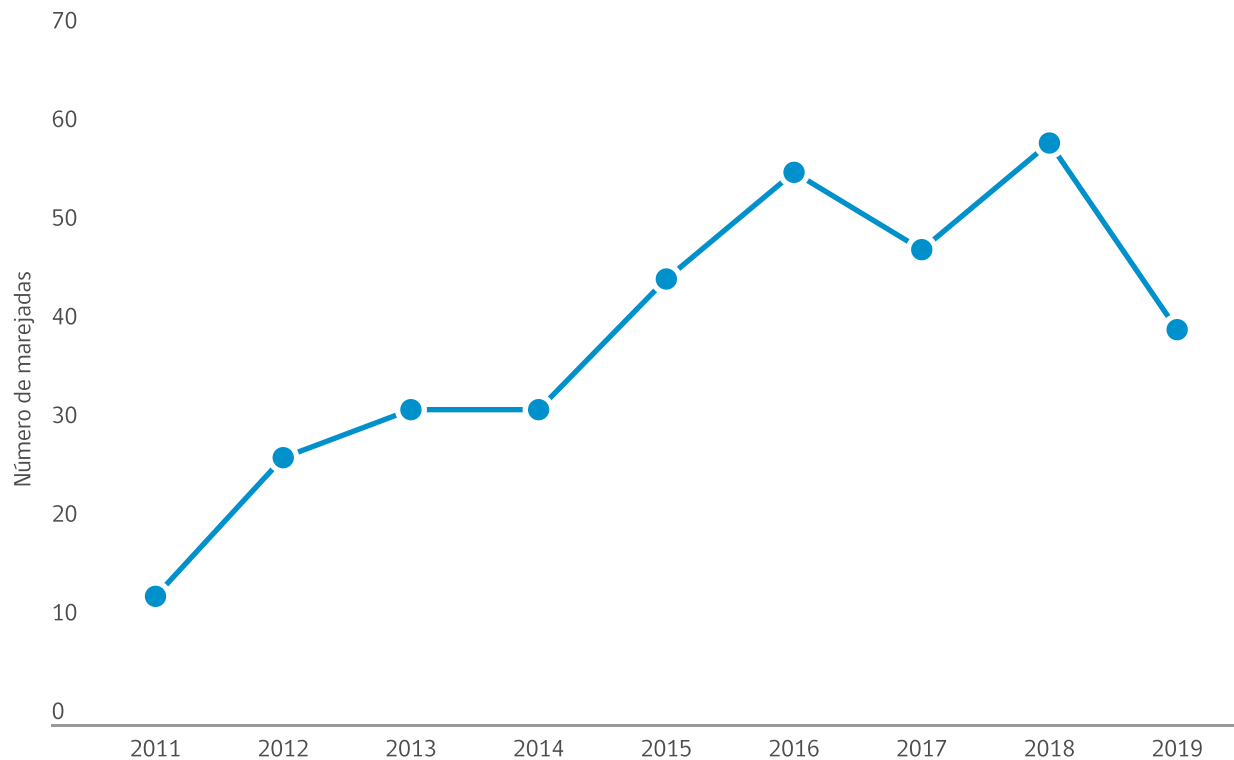
Fuente: Elaboración propia con datos de Ministerio del Medio Ambiente (MMA), 2019.

Figura 19. Estado de erosión, estabilidad o acreción de Playas.
[Download data](#)
[Download data](#)

Las marejadas pueden afectar especialmente a los asentamientos costeros, la pesca, la acuicultura y la infraestructura crítica, como puertos o centrales de generación energética. El número de marejadas a nivel nacional ha crecido tres veces en el periodo 2011-2019, alcanzando un máximo de 59 alertas el año 2018 y 40 en 2019 (**Figura 20**). Del total de marejadas de ese último año, solo tres fueron consideradas anormales; es decir, reunieron características diferentes a los valores promedio de oleaje (altura, dirección, período), ingresando a las bahías y puertos, ocasionando daños severos a la infraestructura costera, además de inundaciones por sobrepasos, reducción de playas, cortes de tránsito y suspensión de otras actividades.



Figura 20. Marejadas a nivel nacional, 2011-2019.



 [Download data](#)

Fuente: Elaboración propia con datos de Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile (SHOA), 2020.

4. Presión: Emisiones de GEI

El aumento de las emisiones globales de Gases de Efecto Invernadero (GEI) es la causa del cambio climático.

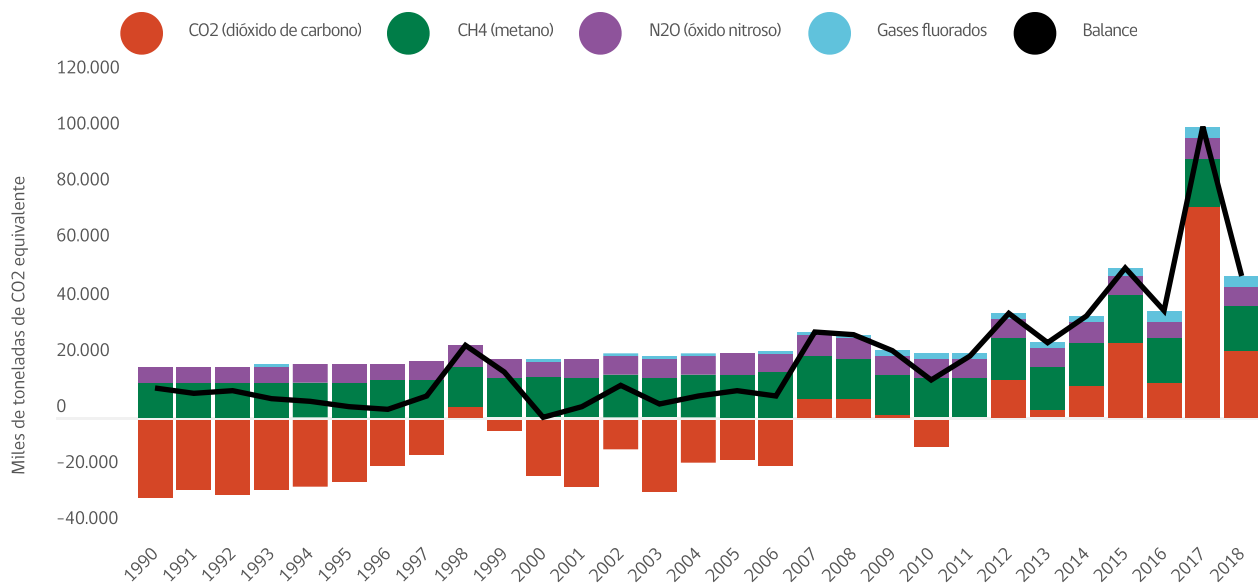
Las emisiones de dióxido de carbono (CO_2) se asocian principalmente a la quema de combustibles fósiles, la producción de cemento y la extracción de minerales y la captura de este gas se debe al proceso de fotosíntesis de los bosques. El metano (CH_4) se vincula sobre todo a la descomposición de materia orgánica de la agricultura y vertederos; el óxido nitroso (N_2O), en mayor medida al uso de fertilizantes y quema de combustibles fósiles, en tanto los gases fluorados (HFCs, PFCs y SF_6) están relacionados con procesos industriales.

Las emisiones globales de GEI se elevaron cerca de 40% entre 1990 y 2016, alcanzando ese último año cerca de 50 mil millones de toneladas de CO_2 equivalente (World Resources Institute, 2020).

De ese total de emisiones de GEI, el CO_2 fue el de mayor participación, 74,4%, seguido por el metano (17,3%), el óxido nitroso (6,2%) y otras emisiones como HFC, CFC, SF_6 , con 2,1%. El sector de mayor emisión de GEI a nivel mundial es energía (73,2%), seguido por agricultura, silvicultura y uso de la tierra (18,4%), procesos industriales (5,2%) y residuos (3,2%). China es el país que emite más GEI, alrededor del doble que Estados Unidos, que es el segundo mayor emisor.

La participación de Chile en el total mundial de emisiones de GEI es de apenas 0,24% en 2016. Para ese mismo año, el promedio mundial de emisiones de CO_2 por persona es de 6,3 toneladas. Según los cálculos del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (Ingei), Chile iguala esa cifra, con 6,2 toneladas por persona en 2016 y 6,1 toneladas en 2018, situándose muy por debajo del promedio de los países de la OCDE, que llega a 11,6 toneladas de CO_2 por persona.

Figura 21. Emisiones netas de gases de efecto invernadero (GEI) por tipo de gas, 1990 - 2018.



[Download data](#)

Nota: Datos preliminares.

Fuente: Elaboración propia con datos de Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI), Ministerio del Medio Ambiente (MMA), 2020.

En 2018, el balance de GEI de Chile contabilizó 49.896,6 kilotoneladas (kt) CO₂ eq, mientras que las emisiones de GEI del país totalizaron 113.640,2 kt CO₂ eq, incrementadas en 129,4 % desde 1990 y en 1,7% desde 2016. Los principales causantes de esta alza son los sectores de energía y de uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura (UTCUTS). Los valores que escapan de la tendencia en el balance son consecuencia, sobre todo, de los incendios forestales contabilizados en el sector UTCUTS. La mayor proporción de gases de efecto invernadero emitidos en 2018 correspondió a CO₂ (76,7%), seguido de CH₄ (14,2%), N₂O (5,6%) y gases fluorados (3,5%).

El sector energía es el principal emisor nacional de GEI, con 76,5% de las emisiones totales en 2018. Ese año contabilizó emisiones por 86.954,3 kt CO₂ eq, lo que implica un incremento de 158,6% respecto de 1990 y de 0,9% en comparación con 2016. En general, la causa es el aumento del consumo energético del país, incluyendo el consumo de carbón mineral y de gas natural para la generación eléctrica, así como de combustibles líquidos para transporte terrestre, mayormente diésel y gasolina. Actividades de quema de combustible es la categoría que en 2018 representó 98,9% de las emisiones del sector, siendo responsable del 1,1% restante la categoría de emisiones fugitivas de combustibles. Dentro de la categoría Actividades de quema de combustible, la subcategoría industrias de la energía es la más significativa, con 39,3% de participación, seguida de transporte (33,3%), industrias manufactureras y de la construcción (18,2%) y otros sectores (9,2%).

El segundo sector en relevancia es la agricultura, que representó 10,5% de las emisiones de GEI totales en 2018, con 11.930,7 kt CO₂ eq. La cifra implica un aumento de 0,3% desde 1990 y una disminución de 0,6% desde 2016, producto de la baja experimentada por la masa de ganado bovino y ovino durante la última década. Esto, a pesar del crecimiento sostenido del ganado porcino, las aves de corral y el uso de fertilizantes nitrogenados. El 41,8% de estas emisiones de GEI corresponde a fermentación entérica, seguida de suelos agrícolas (39,4%) como principales categorías.

El 7,2% de las emisiones de GEI totales en 2018 provino del sector residuos, con 8.143,8 kt CO₂ eq, que representan un alza de 354,7% en comparación con 1990 y de 7,6% respecto de 2016, explicado por el aumento de la población y sus residuos generados. A la disposición de residuos sólidos corresponde 72,2% de estas emisiones de GEI y a tratamiento y descarga de aguas residuales, 25,7%, entre las principales categorías.

El sector de procesos industriales y uso de productos (IPPU) aportó 5,8% de las emisiones de GEI totales en 2018. Ese año sus emisiones alcanzaron las 6.611,3 kt CO₂eq, que implicaron un aumento de 197,2% respecto de 1990 y de 10,61% desde 2016.

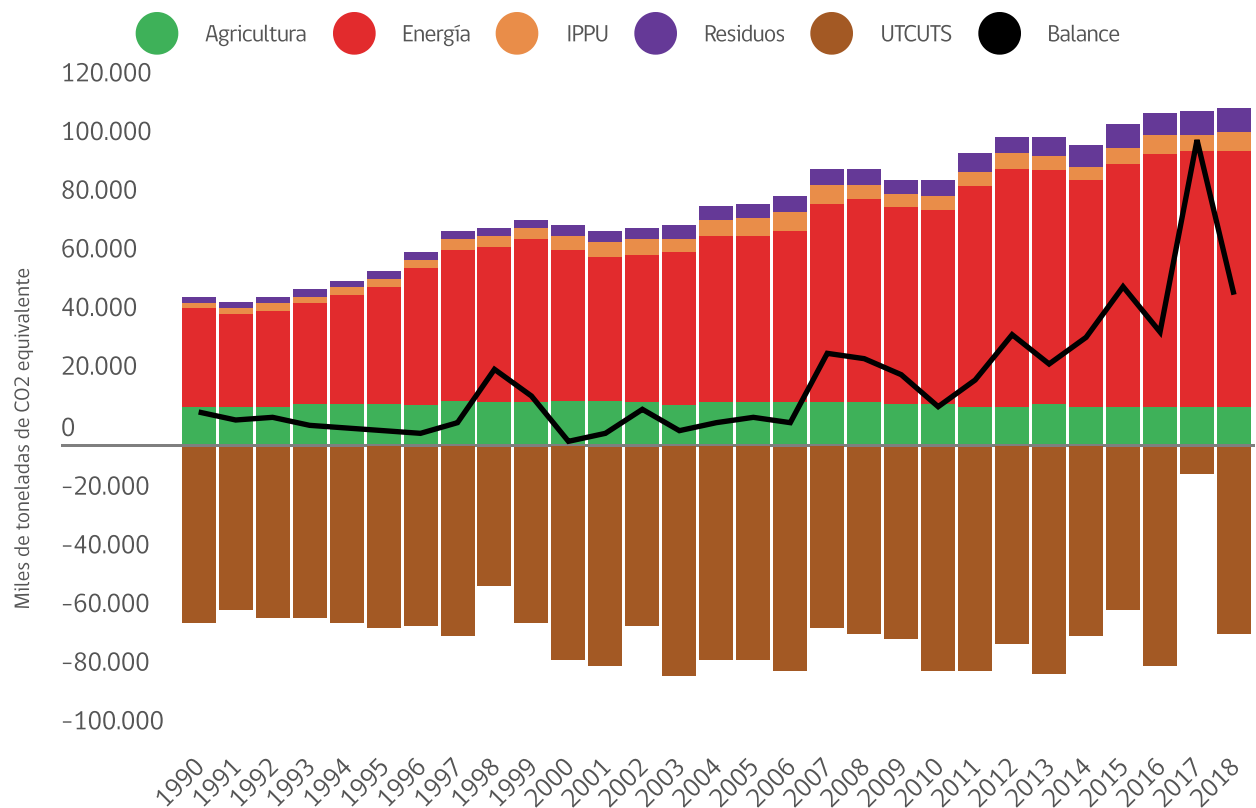
Causantes principales son el alza sostenida de las producciones de hierro y acero, cal, ácido nítrico y cemento, así como del uso de los HFC en la refrigeración. En cuanto a las categorías, destaca el uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono (57,9% de las emisiones de GEI), industria de los minerales (22,9%), industria de los metales (7,9%) e industria química (7,7%).

El único sector que consistentemente absorbe CO₂ en el país es UTCUTS, convirtiéndose en uno de los más relevantes por su potencial de mitigación. En 2018, el balance de GEI le atribuyó -63.743,5 kt CO₂ eq, creciendo su condición de sumidero en 6,1% respecto de 1990 y disminuyéndola en 14,5% desde 2016. Esto último se debe al efecto de las emisiones de los incendios forestales, ya que, si bien el incremento de biomasa y la cosecha se mantienen estables, los incendios de los últimos años de la serie dan origen a un balance menos propicio a la absorción, en especial el año 2017, el menos favorable de todo el periodo debido a siniestros de gran magnitud ocurridos en la zona centro y sur del país (**ver capítulo Biodiversidad y capítulo Eventos Extremos y Desastres**). Esto demuestra cómo los incendios forestales afectan negativamente el balance de GEI. Respecto a las emisiones y absorciones de GEI en términos absolutos por categoría, el grueso (95,8%) corresponde a tierras forestales, seguido de pastizales (5,2%), entre las más relevantes.

En conformidad con los requerimientos de la CMNUCC y las directrices del IPCC de 2006, las emisiones de GEI generadas por el consumo de combustible fósil en el transporte internacional aéreo y marítimo, y las emisiones de CO₂ de la biomasa que se quema con fines energéticos, fueron cuantificadas y reportadas como partidas informativas, pero se excluyeron del balance de emisiones y absorciones de GEI del país.

En general, en el período 1990–2018 la economía chilena (PIB) ha crecido a un ritmo mayor que las emisiones de gases de efecto invernadero, lo que significa un desacople relativo. Solo se aprecia un desacople absoluto de las emisiones de GEI y el PIB entre 1999 y 2002, breve lapso en el cual las emisiones decrecieron con motivo de la mayor disponibilidad de gas natural proveniente de Argentina.

Figura 22. Emisiones netas de gases de efecto invernadero (GEI) por sector IPCC, 1990 – 2018.



[Download data](#)

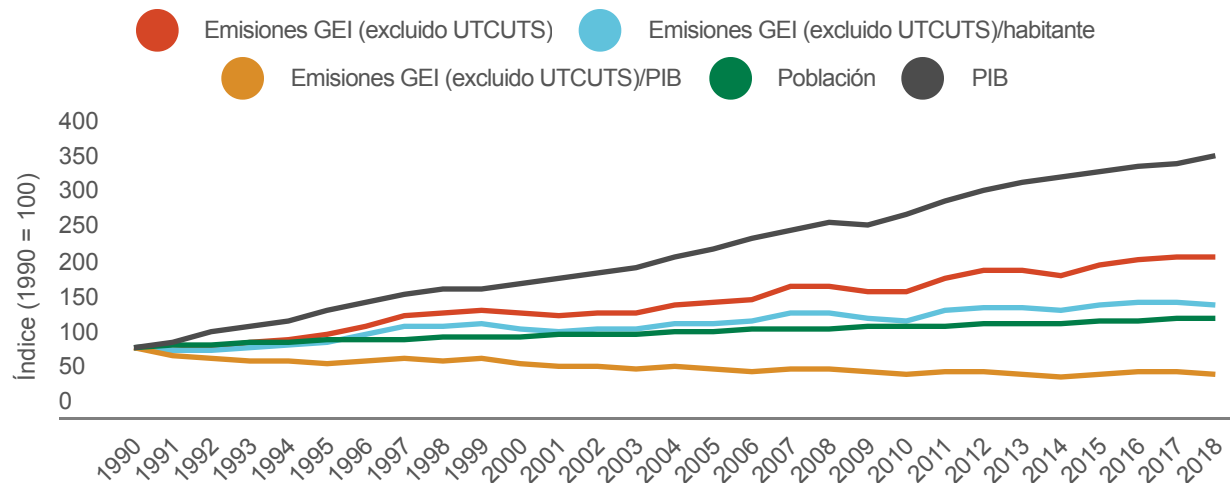
Nota: Datos preliminares.

Fuente: Elaboración propia con datos de Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI), Ministerio del Medio Ambiente (MMA), 2020.

Respecto a la población, las emisiones de GEI han crecido más rápido. Debido a lo anterior, se observa una tendencia a la baja en la intensidad de emisiones de GEI (excluido UTCUTS) por unidad de PIB (miles de dólares estadounidenses ajustados por paridad de poder adquisitivo),

disminuyendo aproximadamente 39% entre 1990 y 2018. Por su parte, la intensidad de emisiones de GEI (excluido UTCUTS) por habitante muestra una tendencia al alza, aumentando cerca de 61% en el mismo periodo (**Figura 23**).

Figura 23. Índice de intensidad de emisiones GEI, Producto Interno Bruto (PIB) y población, 1990-2018.

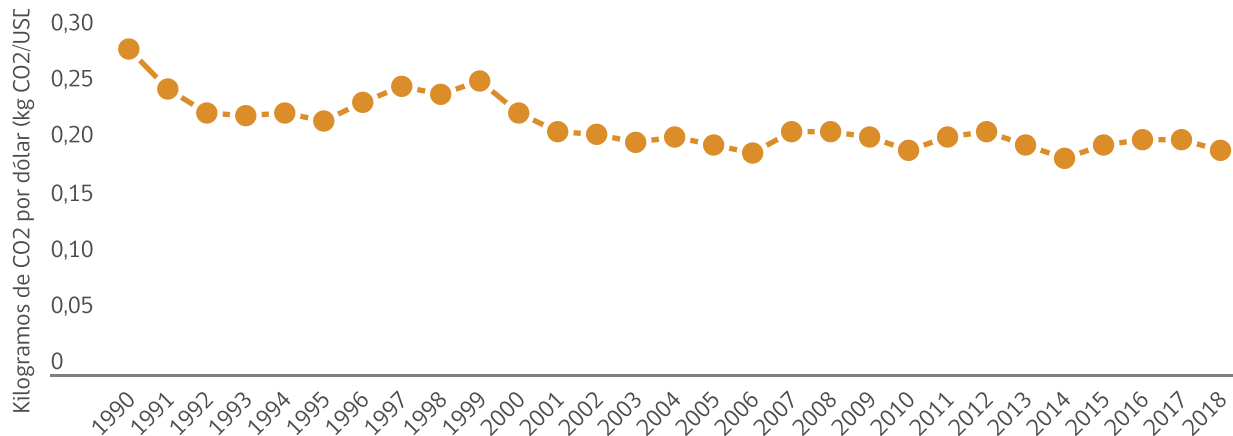


Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI), Ministerio del Medio Ambiente (MMA), 2020, Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), 2019 e Instituto Nacional de Estadísticas, (MMA) 2019.

La intensidad de emisiones de CO₂, debido al consumo de combustibles, de la economía total respecto al valor agregado total (PIB), aunque con fluctuaciones, ha mejorado en el periodo 1990-2018, bajando desde 0,289 a 0,199 kilogramos de CO₂ por dólar. (**Figura 24**).

Figura 24. Emisión de CO₂ (del consumo de combustible) por unidad de valor agregado, de la economía total, 1990-2018.



Download data

Fuente: Elaboración propia con datos de Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI), Ministerio del Medio Ambiente (MMA), 2020 Y Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), 2019.

5. Respuestas frente al cambio climático

5.1. Marco legal e institucional

La ley 20.417 que creó el Ministerio del Medio Ambiente establece que este debe “proponer políticas y formular los planes, programas y planes de acción en materia de cambio climático. En ejercicio de esta competencia, deberá colaborar con los diferentes órganos de la Administración del Estado a nivel nacional, regional y local con el objeto de poder determinar sus efectos, así como el establecimiento de las medidas necesarias de adaptación y mitigación” (Ministerio Secretaría General de la Presidencia, 2010).

En 2010 se creó la Oficina de Cambio Climático (OCC), que depende directamente de la Subsecretaría del Medio Ambiente, la cual se encarga de generar y recopilar información técnica y científica para apoyar el diseño de políticas y la formulación de planes y programas en materia de cambio climático, junto con dar seguimiento y asesorar al ministerio respecto de los avances en la ejecución de los instrumentos de política pública sobre el tema en el país, entre otras funciones.

La política nacional de cambio climático se estructura a través del Plan de Acción Nacional de Cambio Climático (PANCC) 2017-2022, el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC) de 2014 y los planes sectoriales de adaptación, que contienen los lineamientos y proporcionan la estructura operativa para la coordinación y coherencia de las acciones de adaptación del respectivo sector.

En 2017 se constituyó el Equipo Técnico Interministerial de Cambio Climático (ETICC), grupo de trabajo multisectorial que convoca a más de 40 organismos públicos para propiciar un trabajo transversal dentro del

Estado en materia de acción climática, y los Comités Regionales de Cambio Climático (CORECC), formados por las principales autoridades de cada región del país.

En cuanto a la gestión de riesgo de desastres, resulta clave el rol asumido por la Oficina Nacional de Emergencia del Ministerio del Interior y Seguridad Pública (Onemi) que, a través de su instrumento regulatorio vigente, el Plan Nacional de Protección Civil, norma la estructura organizacional y administrativa del Sistema Nacional de Protección Civil (SNPC). El objetivo general es disponer de una planificación multisectorial en el ámbito de la protección civil destinada a desarrollar acciones permanentes para la prevención y atención de emergencias y/o desastres en el país, a partir de una visión integral del manejo de riesgos.

La normativa internacional a la que Chile adhiere es el Acuerdo de París sobre Cambio Climático, adoptado en la XXI Reunión de la Conferencia de las Partes (COP21) de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), celebrada en 2015.

En abril de 2020 Chile presentó la actualización de su Contribución Determinada a nivel Nacional (NDC, por su sigla en inglés), que establece metas intermedias al 2030 en términos de reducción de emisiones y adaptación al cambio climático. Estos compromisos, sumados al adquirido en el proyecto de Ley Marco de Cambio Climático ingresado previo a la COP25 al Congreso, con meta de carbono neutralidad al 2050 y como lo pide la ciencia, señalan el camino a seguir y son definiciones claves para enfrentar la recuperación económica que plantea la pandemia del coronavirus.

5.2. Conferencia de la convención marco de naciones unidas sobre cambio climático (COP25)

Entre los días 2 y 13 de diciembre de 2019 se llevó a cabo en Madrid la 25ª Conferencia de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (COP25), con la presidencia de la conferencia a cargo de Chile, en la persona de la ministra del Medio Ambiente, Carolina Schmidt. A raíz del cambio de sede de la COP25 y su traslado desde Santiago a la capital española, el equipo chileno de la COP también se desplazó a esa ciudad a fin de organizar y montar en muy breve plazo la conferencia y los pabellones participantes, en estrecha coordinación y colaboración con el gobierno de España.

La COP fue un ejercicio de alta complejidad técnica y diplomática, con un gran número de temas incluidos en las agendas de los cinco cuerpos que se reunieron en Madrid: la Conferencia de las Partes de la Convención (COP25), la Conferencia de las Partes del Protocolo de Kyoto (CMP15), la Conferencia de las Partes del Acuerdo de París (CMA2) y los dos órganos subsidiarios, el de Asesoramiento Científico y Tecnológico (SBSTA) y el de Implementación (SBI).

Complementariamente, y de manera paralela al proceso de negociaciones, la presidencia chilena puso énfasis en la generación de iniciativas sobre la acción climática, con una enorme cantidad de eventos paralelos, pabellones y participación de la sociedad civil. Destacó el esfuerzo específico de la presidencia chilena para promover espacios de conversación en sectores clave para la acción climática a través de reuniones ministeriales. Desarrolló iniciativas como la Reunión de la Coalición de Ministros de Hacienda; el lanzamiento del Santiago Action Plan; reuniones con los ministros de Energía, Ciencia y Agricultura, junto con la puesta en marcha de la Plataforma de Acción Climática en Agricultura para América Latina y el Caribe (Placa).

Además, se realizó un Diálogo Ministerial de Adaptación de Alto Nivel, se presentó la Plataforma de Soluciones para el Océano, se ejecutó el evento ministerial sobre bosques y la declaración Santiago Call for Action on Forests, además de la mesa redonda sobre ambición en las NDC.,



La COP25 dio origen a una serie de decisiones en temas relevantes para la acción climática, con los siguientes resultados principales:

- Océano: se reconoce y felicita el esfuerzo de la presidencia por poner de relieve el rol del océano en el sistema climático. Por primera vez se pudo incluir al océano en el proceso, a través de un diálogo mandatado entre Partes.
- Acción climática: se consiguió que el mandato de los champions se extendiera hasta 2025, como una manera de promover la acción climática. Junto con ello se renueva el mandato a la presidencia de la COP para organizar Eventos de Alto Nivel sobre acción climática.
- Género: en uno de los logros más claros de la COP25 y con el liderazgo de la presidencia chilena, se pudo relanzar el Plan de Trabajo de Lima sobre Género y su Plan de Acción (GAP). Se acordaron nuevos mandatos que constituyen un verdadero marco conceptual y de acción para este importante aspecto de la acción climática.
- Mecanismo de Varsovia sobre Pérdidas y Daños (WIM): durante las sesiones en Madrid se hizo una revisión del mecanismo, se entregaron orientaciones fundamentales para su trabajo futuro y se impulsaron nuevos espacios para avanzar en el conocimiento de los procesos de pérdidas y daños asociados al cambio climático, así como la acción y el apoyo necesarios para enfrentarlos. También se creó la Red Santiago (Santiago Network), con el fin de catalizar la asistencia técnica de organizaciones, órganos, redes y expertos en la materia, para la implementación de enfoques a nivel local, nacional y regional en países en desarrollo, que son particularmente vulnerables a los efectos adversos del cambio climático.

También se debe destacar que Chile recibió el respaldo de muchos países y organismos internacionales para desempeñar la presidencia de la COP25 incluyendo apoyo financiero, pese a su condición de país graduado de la ayuda oficial al desarrollo desde 2018. Los aportes internacionales para acción climática en Chile sumaron 178,3 millones de dólares y 4,7 millones de dólares en aportes internacionales por ser sede COP25 para la participación de países más vulnerables al cambio climático en COP25, sumando en total 183 millones de dólares.

Los proyectos financiados con los aportes internacionales en acción climática, que involucran a diversos ministerios y organismos públicos, son los siguientes:

- Reforestación con especies nativas y manejo sustentable para comunidades rurales e indígenas en seis regiones: Maule, Biobío, La Araucanía, Los Ríos, Los Lagos y Ñuble, bajo la modalidad de pago por resultados, que expandirá la superficie de bosque en más de 25 mil hectáreas, beneficiando a unas 57 mil personas. Estas regiones representan a 11 de los 12 tipos forestales del país, constituyendo territorios con una significativa capacidad de captura de carbono vinculadas a los bosques. El programa ayudará a las comunidades a abordar los principales factores causantes de la degradación de los bosques, a través tanto de la gestión preventiva como de la recuperación posterior de incendios, la gestión forestal sostenible, los modelos de gestión forestal y ganadera, y el uso sostenible de los recursos vegetales. También permitirá la implementación de la Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales en acciones de recuperación de terrenos degradados, la plantación con especies nativas y el apoyo a comunidades rurales, especialmente indígenas, en las mismas seis regiones. La iniciativa implica una inversión de 89,6 millones de dólares.

- Proyecto de energías renovables para la Región de Tarapacá 24/7 horas al día: en 2019, año en que Chile asumió la presidencia de la COP25, el proyecto privado Espejo de Tarapacá consiguió financiamiento del Fondo Verde del Clima, vehículo financiero del Acuerdo de París. Espejo de Tarapacá es una innovadora iniciativa de la empresa Energía Valhalla, que soluciona el problema de la intermitencia en la generación que enfrentan en ocasiones las energías renovables no convencionales, particularmente las plantas de energía solar, que operan solo durante el día. También contribuirá a la adaptación al cambio climático al proporcionar un suministro de agua estable desde su propia planta de desalinización a las comunidades locales vulnerables. Supone una inversión de 60 millones de dólares.
- 20 buses eléctricos y transporte libre de contaminación: se entregará en algunas comunas de la Región Metropolitana, como Puente Alto y San Bernardo, este transporte libre de contaminación, dotado de facilidades como puertos USB, wifi y aire acondicionado. El aporte es de 6 millones de dólares.
- Atlas de Riesgo Climático a nivel comunal (ARCLIM): con el apoyo de Alemania se inició la elaboración de este atlas, fundamental para el diseño y evaluación de los planes de adaptación sectoriales y herramienta de gestión en el proyecto de Ley Marco de Cambio Climático. Los resultados se pueden revisar en una plataforma web que permite consultas dinámicas de información, análisis comunal y adquisición de datos. Esta herramienta incluirá un análisis de riesgos para los siguientes sectores: asentamientos humanos, costas, hidrología, plantaciones forestales, biodiversidad, generación de energía, salud, minería, acuicultura, turismo, agricultura, ciudades y recursos hídricos. Considerando que América Latina y el Caribe es una zona altamente vulnerable a los efectos del cambio climático, compartir la experiencia de Chile podría contribuir a mejorar el desarrollo de las políticas de adaptación en los países de la región. La inversión es de 1,1 millones de dólares.
- Plan de manejo de residuos sólidos para Chiloé: consiste en la implementación de una estrategia de gestión integrada de residuos sólidos domiciliarios en los diez municipios de la Provincia de Chiloé (impacto en 180 mil habitantes). Esto, con el fin de disminuir de manera progresiva los residuos domiciliarios para disposición final, fortaleciendo las capacidades locales para prevenir la generación de residuos y fomentar la separación en origen, la reutilización, el reciclaje y otro tipo de valorización, en concordancia con el enfoque de economía circular que propone un cambio en los sistemas lineales de producción, negocios y consumo. El proyecto implica una inversión de 1,4 millones de dólares.
- Plan de movilidad urbana sostenible regional: a través de la Iniciativa Internacional de Protección del Clima - Moving Chile, el Ministerio de Medio Ambiente de Alemania está apoyando a Chile para escalar soluciones de electromovilidad, a desarrollarse al año 2021. Además, se realizará un estudio para estimar el potencial de la electromovilidad en el transporte público, como base para futuras políticas de transporte en Chile. Se proyecta una inversión de alrededor de 2,2 millones de dólares.
- Educación ambiental, climática e innovación y talleres participativos con la ciudadanía: programa piloto para replicar en América Latina sobre educación ambiental y promoción de acción climática en niños y jóvenes, a ejecutarse en regiones de Chile, que permita sumar niños y docentes de países de Latinoamérica con experiencias. Inversión de 3,5 millones de dólares.



- Proyectos de transformación energética con transición justa para crear un espacio de reflexión sobre las oportunidades que abre, para el empleo en América Latina y el Caribe, la transformación hacia modelos de desarrollo bajos en emisión: el Ministerio de Medio Ambiente y Conservación de Alemania entregó esta contribución para acciones que colaboren con una transición justa en el marco de la descarbonización. El proyecto tiene plazo hasta 2022 y contempla, entre otras iniciativas, la reconversión de una planta termoeléctrica en una batería Carnot para el almacenamiento térmico y la posterior generación de energía. La inversión es de 4,4 millones de dólares.
- Fortalecimiento de capacidades institucionales para la acción climática: países y organismos internacionales entregan apoyo técnico y financiero a Chile en su rol de presidencia de la COP25, para potenciar el desarrollo de políticas climáticas a nivel nacional, fortalecer equipos y capacidades mediante contrataciones de profesionales y consultorías, así como asegurar la participación de Chile en instancias internacionales vinculadas al cambio climático. 3,5 millones de dólares.
- Involucramiento del mundo científico, jóvenes, emprendedores “verdes” y gobiernos locales en la acción: apoyo financiero por 1,7 millones de dólares para la ejecución de las actividades y estudios asociados al Comité Científico de la COP25 y para la realización de talleres, capacitaciones y actividades con jóvenes, emprendedores y gobiernos locales (por ejemplo, actividades de voluntariado, forestaciones, difusión y otras).
- Plan de género, gestión de áreas marinas protegidas, proyectos de humedales, plan de colaboración con América Latina y el Caribe para acción climática y otros proyectos: apoyo por 4,9 millones de dólares para el desarrollo de estos instrumentos a nivel nacional y latinoamericano, de modo de impulsar el fortalecimiento de capacidades y la implementación de acciones concretas.

5.3. Proyecto Ley Marco de Cambio Climático

El Ministerio del Medio Ambiente, a través de la Oficina de Cambio Climático, lideró la elaboración del proyecto de Ley Marco de Cambio Climático, que consideró un amplio proceso participativo, multisectorial y multiactoral, de manera de recoger la visión y la experiencia de los diferentes actores claves de la sociedad.

La iniciativa legal busca el establecimiento de principios, sistema de gobernanza, instrumentos de gestión y mecanismos de financiamiento adecuados, que hagan posible transitar hacia un desarrollo bajo en emisiones de gases de efecto invernadero, reducir la vulnerabilidad, aumentar la resiliencia y garantizar el cumplimiento de los compromisos internacionales asumidos por el Estado de Chile para hacer frente a los desafíos que impone el cambio climático.

Figura 25. Hitos del proceso de elaboración del proyecto de Ley Marco de Cambio Climático.



Fuente: Ministerio del Medio Ambiente.

5.4. Estrategia Climática de Largo Plazo

La Estrategia Climática de Largo Plazo (ECLP) es el instrumento que define los lineamientos generales que seguirá el país de manera transversal e integrada, considerando un horizonte de 30 años, para hacer frente a los retos que plantea el cambio climático; transitar hacia un desarrollo bajo en emisiones de gases de efecto invernadero, hasta alcanzar y mantener la neutralidad de emisiones de los mismos; reducir la vulnerabilidad y aumentar la resiliencia a los efectos adversos del cambio climático, y dar cumplimiento a los compromisos internacionales asumidos por el Estado de Chile en la materia.

Entre sus contenidos más relevantes sobresale la definición de un presupuesto nacional de emisiones de gases de efecto invernadero a 2030 y 2050, metas sectoriales de mitigación (presupuestos de emisión para cada uno de los sectores) e indicadores y metas de adaptación, tal como establece el proyecto de ley, los que deben cumplirse en un plazo de 10 años. Adicionalmente, entrega orientaciones en el ámbito de la adaptación al cambio climático y de evaluación de riesgos, considerando la vulnerabilidad de cada sector específico.

¿Por qué elaborar una ECLP?

El Acuerdo de París, en su artículo 4.19, anima a las Partes a formular y comunicar sus estrategias de largo plazo para un desarrollo con bajas emisiones de gases de efecto invernadero, tomando en cuenta los objetivos del Acuerdo (artículo 2) y considerando sus responsabilidades comunes, pero diferenciadas.

Conjuntamente, la evaluación ambiental de Chile realizada por la OCDE y Cepal (2016) recomienda al país identificar la trayectoria de largo plazo coherente con la meta de cero emisiones netas en la segunda mitad de la década de 2050 y dar a conocer el compromiso a través de medidas legislativas o de otra índole. Por ello, en el proyecto de Ley Marco de Cambio Climático, el país se compromete a elaborar, implementar y dar seguimiento de su ECLP, actuando el Ministerio del Medio Ambiente como coordinador de dicho proceso.

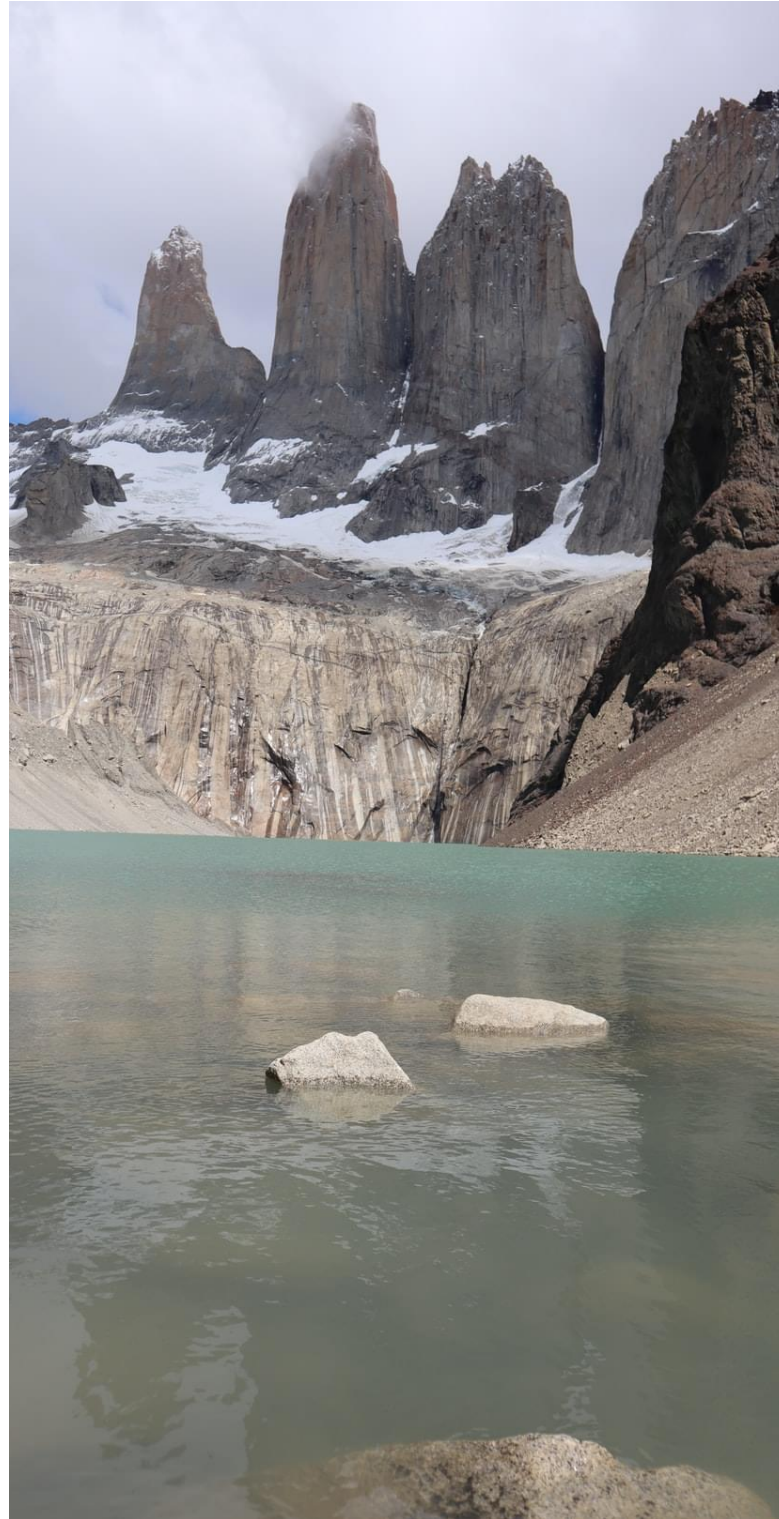
Cabe mencionar que, si bien la ECLP se establece como obligatoria en el referido proyecto de ley, su elaboración se inicia en paralelo con la discusión de dicho cuerpo legal en el Congreso, ya que la crisis climática requiere trabajar de manera urgente en los instrumentos del Acuerdo de París para lograr la implementación, seguimiento, revisión y actualización de los compromisos.

Para la formulación de la ECLP se cuenta con el valioso apoyo técnico y financiero de diversos organismos internacionales, tales como el Banco Mundial, Banco Interamericano de Desarrollo, Cepal, Euroclima+, Global Environment Facility, la Sociedad Alemana para la Cooperación Internacional (GIZ), NDC Partnership, ONU Ambiente, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y la Organización de las Naciones Unidas de la Alimentación y la Agricultura (FAO), entre otros.

Beneficios de la Estrategia Climática de Largo Plazo

La ECLP guía la acción climática de Chile a lo largo del tiempo, estableciendo metas sectoriales de mediano plazo. A continuación, se presentan algunos de los beneficios que la estrategia tendría para el país.

- Promover los beneficios conjuntos de la mitigación y la adaptación al cambio climático, alinear las políticas en diseño e implementación, aumentar la confianza entre países, mejorar la credibilidad de los compromisos internacionales y fomentar los flujos de financiamiento internacional.
- Proporcionar metas claras para impulsar la acción y la planificación de corto y mediano plazo, y lograr la implementación de la Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC).
- Definir una visión conjunta de largo plazo para el país, considerando la situación particular en cuanto a riesgos y oportunidades que reviste el cambio climático, así como la meta de neutralidad de emisiones al 2050, fijada en el proyecto de Ley Marco de Cambio Climático.
- Alinear la planificación de corto y mediano plazo con una visión país de largo plazo, tomando en cuenta el llamado internacional y la evidencia científica sobre las consecuencias del cambio climático.
- Contribuir en las metas globales de mitigación y adaptación, incorporando la permanente de revisión y actualización de la NDC como parte de los procesos contenidos en la estrategia.
- Integrar el enfoque de desarrollo resiliente al clima y bajo en emisiones en el desarrollo del país a nivel nacional, subnacional y sectorial, dando señales claras a todos los actores de la sociedad.
- Alinear las políticas y metas, nacionales y subnacionales, apoyando la planificación de desarrollo sectorial y local.



5.5. Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) de Chile 2020

Se llevó a cabo el proceso de actualización de la Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) de Chile ante la CMNUCC, introduciendo elementos innovadores tales como su vinculación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), una estrategia de transición justa para el proceso de descarbonización, océanos y humedales costeros, turberas, economía circular, restauración de paisajes, medios de implementación (financiamiento, desarrollo de capacidades y transferencia tecnológica) y un capítulo voluntario de transparencia del compromiso, el cual implica adelantarse cinco años a este requerimiento de acuerdo a las reglas establecidas en la COP24 en Katowice.

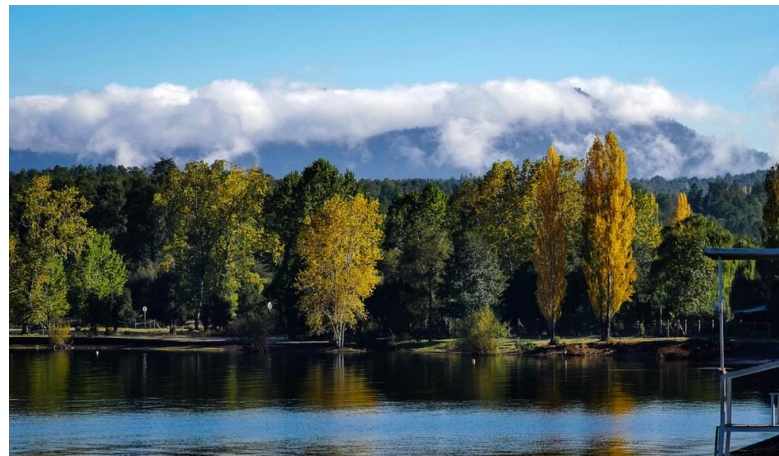
En materia de adaptación se incluyeron metas en gestión de recursos hídricos y la implementación de la política de gestión de riesgo de desastre con especial foco en cambio climático; además de compromisos para la actualización (o elaboración, dependiendo del caso) del Plan Nacional de Adaptación, los planes sectoriales para los sectores silvoagropecuario, biodiversidad, pesca y acuicultura, salud, infraestructura, ciudades, energía, turismo, recursos hídricos, zonas costeras y mineras, así como los planes de acción regionales de cambio climático.

En el ámbito de la mitigación, cabe destacar que la propuesta de nueva NDC para Chile está en línea con el aumento de ambición requerido en el Acuerdo de París y considera tres elementos claves mencionados en el informe SR1.5 del Panel Intergubernamental de Expertos en Cambio Climático (IPCC): un presupuesto de emisiones 2020-2030, la definición de un máximo de emisiones (peak) al 2015, y una meta de emisiones de 95 millones de toneladas de CO₂eq al 2030.

El proceso de actualización de la Contribución Determinada a Nivel Nacional contempló la participación de diferentes equipos técnicos sectoriales para alinear la NDC con la meta de la neutralidad de gases de efecto invernadero en 2050; asimismo, se comunicaron las proyecciones, las acciones y las medidas evaluadas en los distintos escenarios.

Adicionalmente, se incorporaron aportes de la ciudadanía gracias a las más de 1.500 observaciones recibidas en la consulta pública y documentos preparados por las mesas de científicos asesores para la COP25. Luego de las mejoras realizadas producto de la consulta pública, la actualización de la NDC fue aprobada por el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad y por el presidente de la República, siendo presentada el 9 de abril de 2020 a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC).

Chile es el primer país latinoamericano en presentar su NDC ante la CMNUCC, sumándose a Singapur, Japón, Moldavia, Islas Marshall, Noruega y Surinam, que ya entregaron sus contribuciones mejoradas, dentro de un total de 188 países.



5.6. Plan de Acción Nacional de Cambio Climático

El 13 de julio de 2017 se publicó el Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2017-2022 (PANCC), instrumento articulador de la política pública en la materia, que integra y orienta todas las acciones a tomar con respecto al cambio climático y que incluye los ejes de mitigación, adaptación, medios de implementación y gestión a nivel regional y comunal. El PANCC contiene 96 medidas y cada una tiene un responsable del sector público que debe implementar e informar sobre el progreso registrado. El PANCC exige un reporte anual y una evaluación periódica de sus avances, debiendo ser actualizado cada cinco años.

Durante 2018 se confeccionó el Primer Informe de Avance del PANCC, que da cuenta de su marcha en el período comprendido entre julio y diciembre de 2017. Para cada eje el reporte indica lo siguiente:

a) Adaptación: de un total de 17 medidas propuestas se reportan avances en 14 de ellas. Sobresale la aprobación, por parte del Consejo de Ministros, del Plan de Adaptación de Energía, de Ciudades y de Infraestructura, como asimismo la elaboración del Atlas de Riesgo Climático a nivel comunal y el estudio “Determinación del riesgo de los impactos del cambio climático en las costas de Chile”, entre otros.

b) Mitigación: de un total de 31 medidas propuestas se reportan avances en 26 de ellas. Destaca la Acción Nacional de Mitigación Apropriada (NAMA, por su sigla en inglés) de autoconsumo que se haya en implementación, mientras la componente financiera está aprobada y en fase de preparación. Existen aproximadamente 5 MW instalados a diciembre de 2017 en proyectos de autoconsumo privado de energías renovables no convencionales (ERNC) bajo la Ley de Generación Distribuida (incluye comercial, agrícola e industrial) y 2,1 MW de capacidad instalada de proyectos de biomasa.

Relevando el valor de las alianzas, en enero de 2018 y se alcanzó un acuerdo voluntario entre el Gobierno de Chile y las empresas socias de la Asociación de Generadoras de Chile. Este contempla no iniciar nuevos proyectos a carbón si carecen de un sistema de captura y almacenamiento de carbono u otras tecnologías equivalentes a partir de esa fecha. Además, se crea una mesa de trabajo, coordinada por el Ministerio de Energía, que tiene por objetivo analizar los elementos tecnológicos, ambientales, sociales, económicos, de seguridad y de suficiencia de cada planta y del sistema eléctrico en su conjunto, lo que servirá de insumo para fijar un cronograma y crear las condiciones para el cese programado y gradual de la operación de centrales a carbón que no dispongan de sistemas de captura y almacenamiento de carbono u otras tecnologías. La mesa de trabajo está integrada por empresas generadoras, sector público, instituciones independientes, gremios, asociaciones de consumidores, sindicatos, municipios, organizaciones de la sociedad civil, academia y organismos internacionales.

c) Medios de implementación: de las 29 medidas propuestas se registran avances en 14 de ellas. Se resalta el curso de capacitación b-learning para hacedores de política pública de nivel local, con apoyo del Fondo Newton Picarte del British Council. En el primer curso, efectuado en 2017, participaron 25 funcionarios municipales de 23 comunas, desde Pica (Región de Tarapacá) a Chile Chico (Región de Aysén), las cuales pertenecen a 12 de las 16 regiones del país.

Gestión a nivel regional y comunal: del conjunto de 19 medidas a implementar, se reportan avances en 9 de ellas, destacando la conformación de 15 Comités Regionales de Cambio Climático (CORECC). Solo falta la nueva Región de Ñuble.

Además, el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC) define la política pública de adaptación al cambio climático en el mediano y corto plazo, estableciendo medidas transversales de adaptación y determinando qué sectores deben contar con un plan de adaptación. Actualmente, hay siete planes en etapa de implementación, con diversos grados de avance: silvoagropecuaria (2013), biodiversidad (2014), pesca y acuicultura (2015), salud (2016), infraestructura (2017), ciudades (2018), energía (2018) y turismo (2019), encontrándose en preparación el de recursos hídricos. Estos planes, que deben ser actualizados cada cinco años, están integrados en el PANCC y son parte de la Contribución Determinada a Nivel Nacional.

A la fecha, se han elaborado tres reportes sobre el avance del cumplimiento de las medidas del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático, en 2015, 2016 y 2017. De sus 27 medidas, 22 están en implementación, con un nivel de avance promedio del plan de 59%.

Entre sus progresos se cuenta el fortalecimiento de la Red de Monitoreo Meteorológico, de la Dirección Meteorológica de Chile, con 52 nuevas estaciones y datos publicados en línea. En cuanto al desarrollo de capacidades, cabe mencionar la realización, en 2017, del curso Gestión del Cambio Climático para Hacedores de Política Pública a Nivel Local, a través de la Academia Adriana Hoffmann del Ministerio del Medio Ambiente.

Los planes sectoriales de adaptación, que benefician a la totalidad de la población nacional, registran entre sus principales avances:

a) El Plan Silvoagropecuaria contiene 21 medidas específicas y muestra un avance promedio de 73%. Actualmente, el Ministerio de Agricultura trabaja en su actualización. Resalta el desarrollo del proyecto Mejoramiento de Resiliencia al Cambio Climático de la Pequeña Agricultura en la Región de O'Higgins, con financiamiento del Fondo de Adaptación de la CMNUCC, como parte de su implementación.

b) El Plan de Biodiversidad consta de 50 medidas de adaptación, de las cuales 45 se están implementando,



con un nivel de avance de 60%. Se trabaja en la actualización del plan.

c) El Plan de Pesca y Acuicultura considera 29 medidas de adaptación, de las cuales 18 se encuentran en implementación, con un nivel de avance de 40%. Cabe señalar entre sus principales avances el fortalecimiento del Programa de Reducción del Descarte y la Pesca Incidental en las pesquerías nacionales, los modelos de pronósticos de pesquerías pelágicas chilenas frente a diversos escenarios del cambio climático, el sistema de pronóstico de futuros desembarques bajo diferentes escenarios climáticos y los estudios sobre el impacto del cambio climático en recursos marinos en la Antártica chilena. Durante 2017, la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura y el MMA dieron a conocer el proyecto Fortalecimiento de la Capacidad de Adaptación en el Sector Pesquero y Acuícola Chileno al Cambio Climático, clave para la implementación del plan, con financiamiento del Fondo Verde para el Clima (GEF) y FAO como agencia implementadora.

d) El Plan de Salud contempla 16 medidas de adaptación, de las cuales 4 están en implementación, con un nivel de avance total del plan de 7%, donde resalta lo referido a generación de capacidades sobre la temática del cambio climático asociada al sector salud, para profesionales del sector público.

e) Los planes sectoriales de infraestructura, ciudades y energía fueron aprobados por el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad y realizaron su primer reporte de implementación el año 2019.

f) Se elaboró y aprobó el Plan de Adaptación al Cambio Climático del Sector Turismo, acerca del cual el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad se pronunció de manera favorable en diciembre de 2019. Permitirá instalar las capacidades y generar las condiciones habilitantes para que el sector pueda adaptarse y enfrentar los efectos del cambio climático, aumentando su resiliencia y sostenibilidad. Esto, además, se encuentra en línea con el compromiso de elaboración de un plan por año.

Se inició también la formulación de planes de acción regional de cambio climático, con el propósito de instituir medidas de adaptación y mitigación regionales, incluyendo sus medios de implementación y fuentes de financiamiento. El proceso empezó con cuatro pilotos en las regiones de Atacama, O'Higgins, Los Ríos y Los Lagos, donde se están haciendo diagnósticos regionales de cambio climático, tomando en consideración las proyecciones climáticas locales y potenciales impactos, junto con caracterizar su vulnerabilidad según factores sociales, ambientales y económicos, así como los perfiles de emisiones y absorciones de GEI regionales. Los planes se vinculan con el trabajo realizado por los Comités Regionales de Cambio Climático (CORECC).



5.7. Gestión de riesgo de eventos extremos y desastres

En 2005 el Estado de Chile, como miembro de la Organización de las Naciones Unidas, firmó el Marco de Acción de Hyogo 2005-2015, por medio del cual los países se comprometen a reducir de manera considerable las pérdidas que ocasionan los desastres, tanto en términos de vidas humanas como de bienes sociales, económicos y ambientales. En 2010, una misión de Naciones Unidas hizo una evaluación sobre el estado de avance de este compromiso en el país, que supuso 75 recomendaciones para dar cumplimiento al citado marco, siendo la primera de ellas la formulación de una política para la gestión del riesgo de desastres de nivel nacional.

La Política Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres, aprobada mediante decreto supremo 1.512, de 2016 del Ministerio del Interior y Seguridad Pública, es el instrumento rector de todas aquellas iniciativas que se desprendan de la gestión de riesgo de desastres en el país, alineada con los referentes internacionales a los que Chile adhiere.

En este mismo ámbito, existe el Plan Estratégico Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (PENGRD), aprobado mediante decreto exento 3.453 de 2016 del Ministerio del Interior y Seguridad Pública. Busca promover la gestión del riesgo de desastres en el país de una manera transversal y prioritaria, encauzando diversas iniciativas tendientes a una efectiva reducción del riesgo de desastres, invitando a contribuir a distintos sectores y en diferentes niveles territoriales. Este instrumento permite que la Política Nacional para la Gestión el Riesgo de Desastres se torne operativa, dado que contiene indicadores, metas, plazos, responsables y colaboradores, entre otros aspectos, que hacen posible evaluar su cumplimiento.



5.8. Educación para el cambio climático

Se han llevado a cabo diversas iniciativas cuya finalidad es la educación y la sensibilización sobre el cambio climático en la ciudadanía. Un eje es la Ley General de Educación (LGE), que establece que el sistema educacional fomentará el respeto por el medio ambiente y el uso racional de los recursos naturales. Respecto a la introducción de contenidos de cambio climático en las Bases Curriculares de Enseñanza Básica y Media, estos son abordados a través del Objetivo de Aprendizaje Transversal (OAT) 16, “Proteger el entorno natural y sus recursos como contexto de desarrollo humano”, el que plantea desde una dimensión sociocultural el compromiso con el entorno y la responsabilidad social. Está aprobado para todos los niveles, excepto 3° y 4° medio (últimos dos años de enseñanza media), lo cual está en proceso de revisión, de acuerdo con lo indicado en el Tercer Informe Bienal de Actualización de Chile sobre Cambio Climático.

Asimismo, se han elaborado instrumentos para apoyar el aprendizaje sobre cambio climático y material de difusión para sensibilizar: “Educación para el desarrollo sustentable: cambio climático”, “Cómo llegamos a ser una comunidad sustentable” y “Serie Ciudadana: educación ambiental para el cambio climático”. En este aspecto resalta el Sistema Nacional de Certificación Ambiental para Establecimientos Educacionales (SNCAE), el Sistema de Certificación Ambiental Municipal (SCAM) y la Acreditación de Vocación Ambiental Comunal (AVAC).

Además, existen campañas públicas de difusión y sensibilización con las cuales la ciudadanía ha profundizado su percepción socioambiental del cambio climático como uno de los principales desafíos globales.

5.9. Financiamiento

A partir de alianzas entre el gobierno, el sector privado y la sociedad civil que buscan contribuir a que Chile crezca de forma sustentable, se trabaja en varias iniciativas que consideran los requerimientos de los actores de la sociedad en el tránsito hacia una economía baja en carbono.

Una es la Mesa Público-Privada de Finanzas Verdes, la cual surge desde el Ministerio de Hacienda con el objetivo de crear un espacio de coordinación entre instituciones públicas y el sector financiero para compartir las mejores prácticas internacionales en “finanzas verdes”, identificar las brechas locales en relación con los estándares internacionales y proponer medidas a fin de superar estas brechas. Para ello, será esencial la generación de más y mejor información en el sistema financiero que permita tomar decisiones para administrar riesgos ambientales y aprovechar oportunidades, tanto en lo referido a los bancos y sus préstamos, como a los inversionistas nacionales y/o extranjeros respecto a sus inversiones en la banca chilena.

También se ha fortalecido el trabajo de colaboración con el Ministerio de Hacienda para la incorporación de riesgos y oportunidades del cambio climático en el ámbito financiero. En particular, sobresalen los siguientes instrumentos aprobados en 2019:

I) Acuerdo Verde, de diciembre de 2019, suscrito por el Ministerio de Medio Ambiente como asesor técnico, cuya finalidad es establecer un compromiso voluntario entre el sector financiero, el gobierno y los reguladores, que defina principios generales sobre la gestión de los riesgos y oportunidades asociados al cambio climático en la toma de decisiones por parte de las entidades signatarias y que comprometa acciones concretas en ese terreno.

II) Estrategia Financiera frente al Cambio Climático, de diciembre de 2019, suscrita por el MMA como contraparte técnica e implementador, cuyo propósito es fijar un marco de trabajo a través de tres ejes de acción que facilitarán la implementación de los objetivos climáticos y de desarrollo sostenible en el largo plazo definidos en la NDC y la visión de neutralidad de emisiones a 2050.

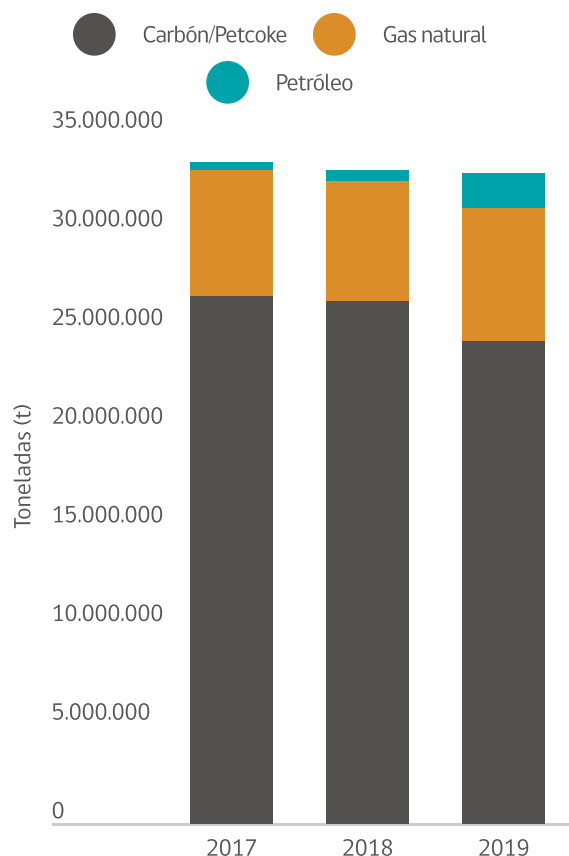
III) La primera emisión de bonos verdes soberanos por parte del Estado de Chile, tanto en dólares como en euros, que a la fecha alcanza los 6,2 mil millones de dólares, logrando la menor tasa obtenida en ambas monedas. El Ministerio del Medio Ambiente actúa como contraparte técnica para el establecimiento del Marco de Bonos Verdes, la evaluación y el reporte de impacto de los proyectos de la cartera seleccionada. Los recursos del bono serán destinados primordialmente a proyectos de transporte limpio, eficiencia energética, energía renovable y recursos naturales.



5.10. Impuesto verde

Para 2019, se estimó una emisión nacional gravada por impuestos a la emisión de dióxido de carbono por fuentes fijas de 33.003.130 toneladas, levemente inferior a las 33.563.919 del año 2017. En 2019, la emisión gravada provino mayoritariamente de combustión de carbón/petcoke (74,0%), seguida de gas natural (20,6%) y petróleo/diésel (5,4%) (**Figura 26**).

Figura 26. Emisión estimada y gravada por impuestos verdes a fuentes fijas, por emisión de CO₂ 2017 -2019.

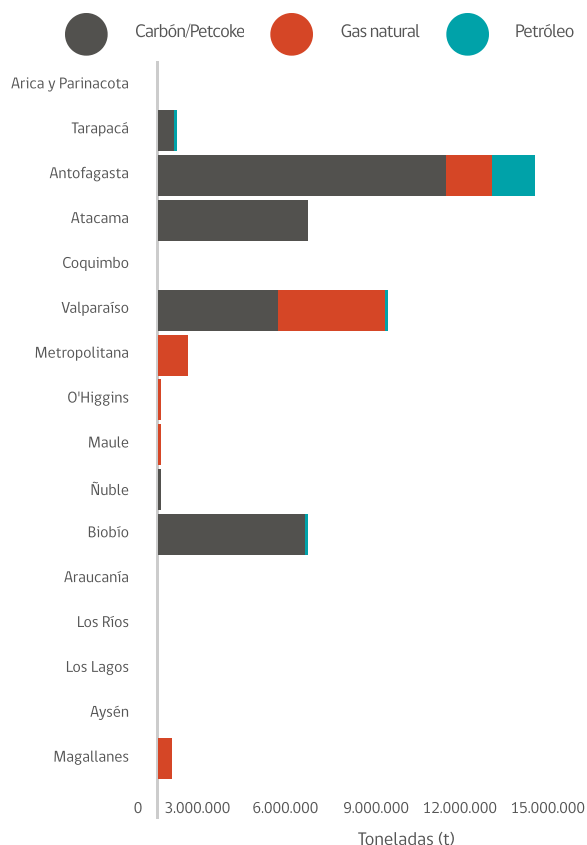


[Download data](#)

Fuente: Elaboración propia con datos de Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), 2020.

Solo cinco regiones concentran 95,7% de las emisiones de CO₂ gravadas en 2019. Antofagasta representó 38,6%, debido a la presencia de grandes plantas de combustión, principalmente asociadas al rubro de generación eléctrica (termoeléctricas a carbón y centrales a petróleo/diésel), que abastecen la demanda energética de la actividad minera en la zona. Le siguen Valparaíso (23,5%), Biobío (15,4%), Atacama (15,3%) y la Región Metropolitana (2,9%) (**Figura 27**).

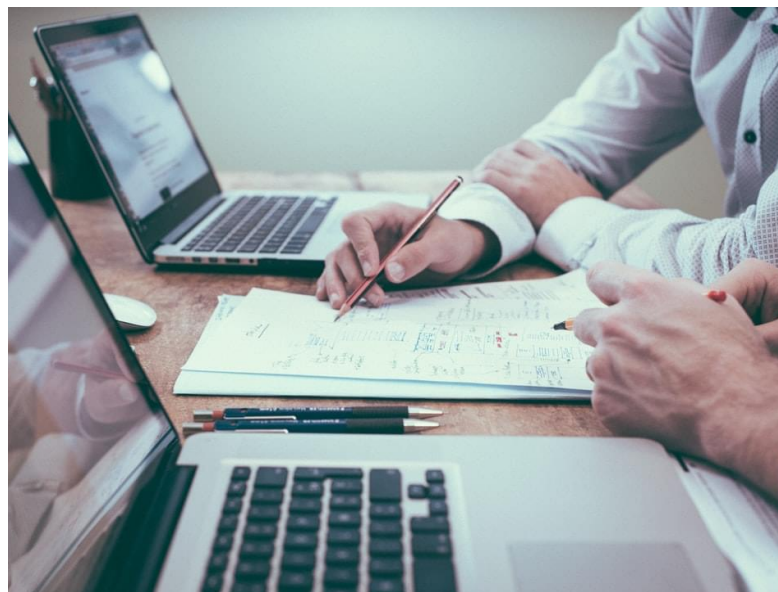
Figura 27 Emisión estimada y gravada por impuestos verdes a fuentes fijas, por emisión de CO₂, 2019.



[Download data](#)

Fuente: Elaboración propia con datos de Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), 2020.

Se presentaron y aprobaron mejoras al impuesto verde en el contexto del proyecto de Ley de Modernización Tributaria ingresado en 2019, incluyendo las siguientes temáticas: las emisiones gravadas con este impuesto pasaron de solo afectar a establecimientos con calderas y turbinas a gravar todo tipo de establecimientos cuyas fuentes fijas generen material particulado, óxido de nitrógeno, dióxido de azufre o dióxido de carbono; el impuesto afectará a todo establecimiento que sobrepase un límite de emisiones globales (25 mil o más toneladas anuales de CO₂) o de emisiones locales (100 o más toneladas anuales de material particulado). Otro cambio importante es la incorporación de compensaciones a través de la utilización de offsets contra el pago de impuesto, lo que representa un nuevo incentivo para la reducción de emisiones por parte de las organizaciones, con la finalidad de que el impuesto no sea solo recaudatorio, sino que logre la implementación de acciones que efectivamente mitiguen emisiones.



5.11. Programa HuellaChile

En el marco de la realización de la COP25 se fomentó la participación de las organizaciones públicas y privadas en el programa nacional HuellaChile de gestión del carbono, incorporándose a este más de 390 organizaciones, el doble del ingreso promedio anual de los últimos tres años. Al término de 2019 el programa reunía a 980 organizaciones (91% privadas y 9% públicas), cifra que a enero de 2020 sobrepasaba las mil organizaciones, todas participando con miras a la cuantificación y gestión voluntaria de sus emisiones de GEI a nivel corporativo.

En 2019 se entregaron 266 sellos de reconocimiento (254 por cuantificación, ocho por reducción, uno de neutralización y tres de excelencia). Además, para fomentar la incorporación de criterios de sostenibilidad en el diseño y desarrollo de eventos masivos en el país, el programa HuellaChile habilitó una nueva línea de sellos de reconocimiento para eventos que cuantifiquen su huella de carbono y que quieran neutralizar sus emisiones de gases de efecto invernadero.



5.12. Género y Cambio Climático

Se creó la Mesa de Género y Cambio Climático, donde participan representantes de 25 instituciones públicas. Su propósito es llevar adelante una agenda de largo plazo donde se plasme la acción de género y cambio climático a todos los servicios públicos (**Ver capítulo de Género y Medio Ambiente**).

En 2020 se presentó la primera versión de la lista de chequeo para integrar el enfoque de género en instrumentos de gestión de cambio climático, cuya guía de orientaciones fue resultado de un trabajo conjunto con integrantes de dicha mesa. La lista de chequeo es una herramienta fundamental para reflexionar al interior de los sectores sobre el mejor camino para incorporar los análisis de género en los instrumentos o iniciativas. Se espera que el conjunto de criterios aporte a nivelar y profundizar el estado declarativo del enfoque de género en los instrumentos ya diseñados en materia de cambio climático.



5.13. Enmienda de Kigali al Protocolo de Montreal

Chile ratificó la Enmienda de Kigali al Protocolo de Montreal, fortaleciendo así su compromiso con la reducción de los hidrofluorocarbonos (HFC), que tienen además un alto poder de calentamiento global (**Ver capítulo de Capa de Ozono**).

5.14. Acciones del sector privado, academia y sociedad civil

Es reconocido el aporte de distintos actores en torno al cambio climático. A continuación, se reseñan algunas iniciativas de actores no gubernamentales que ejemplifican el compromiso social con la acción por el clima.

Comunidad

Respuestas Locales de Adaptación Comunitaria al Cambio Climático es un proyecto financiado por Caritas Alemania y ejecutado por la Vicaría de Pastoral Social Caritas, el cual busca favorecer la adaptación al cambio climático de comunidades de la comuna de San José de Maipo, en la Región Metropolitana, por medio de la generación de respuestas locales. En marzo de 2019 se firmó un compromiso entre actores locales para capacitarse y elaborar propuestas orientadas a enfrentar los efectos del cambio climático, trabajando en la sensibilización de las personas para que puedan entender mejor el fenómeno, sus consecuencias y saber si se está preparado para responder ante ciertas situaciones. La iniciativa se está replicando en Calama (Región de Antofagasta) y Puerto Aysén (Región de Aysén).

Desde la cooperación sur-sur que realiza el país en el exterior y a través de un concurso abierto anualmente, el Fondo Chile financia el proyecto Comunidades Amazónicas de la Región de Loreto: Perú se Adapta a los Impactos del Cambio Climático y así Mejoran sus Condiciones de Vida, implementado entre 2017 y 2019 por la Asociación Chilena de Municipalidades (AchM).

También se financia el proyecto Certificación Ambiental Estatal, un Instrumento de Apoyo a la Gestión Ambiental Municipal y Educacional en Honduras y Paraguay. Los dos países involucrados son catalogados como vulnerables al cambio climático -condición que comparten con Chile-, sufriendo un deterioro en el medio ambiente y en la calidad de vida de las personas, además de efectos directos en los ecosistemas, sistemas socioambientales y ámbitos como la producción, la economía y la salud. El proyecto busca contribuir al fortalecimiento de la gobernanza ambiental a escala local en Honduras y Paraguay por medio de la asistencia técnica en el proceso de replicación y adaptación.

Entre las iniciativas que promueven la sensibilización y la capacitación en medidas de adaptación al cambio climático en comunidades figura Global Environment Facility (GEF) Comunidades Mediterráneas Sostenibles. Este beneficia a cinco comunidades de la Región de O'Higgins, cinco del Maule y ocho comunidades de la Región del Ñuble, buscando incrementar la capacidad de adaptación con perspectiva de paisaje.

Existe también el Programa de Donación de Alimentos a Red de Alimentos, organización privada sin fines de lucro que en 2010 creó el primer banco de alimentos del país. Por medio de alianzas entre empresas y organizaciones sociales, se rescatan alimentos, pañales y productos de higiene personal aptos para el consumo humano. Con esto se logra un modelo sostenible de triple impacto: social, medioambiental y económico.

Finalmente, cabe destacar la iniciativa Cambia el Clima, que busca poner a la ciudadanía al centro de los desafíos para promover la toma de conciencia sobre los efectos del cambio climático en el país, entregando información cuantitativa sobre el fenómeno y motivando a tomar compromisos concretos frente a este fenómeno.

Academia

En Chile, la academia ha realizado grandes esfuerzos por generar conocimiento y capacidades para enfrentar el cambio climático.

Sin duda, uno de los más importantes ha sido la labor del Comité Científico de Cambio Climático de la COP25, coordinado por el Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación. En 2019 el comité se organizó en siete mesas temáticas de trabajo, para la elaboración de diagnósticos y propuestas en los ámbitos de adaptación, agua, ciencia antártica, ecosistemas y biodiversidad, océanos, ciudades y mitigación/energía.

A esta tarea contribuyeron investigadores de una red de más de 600 científicos de todas las disciplinas y regiones de Chile, primordialmente de universidades y centros de investigación académicos, pero también de institutos públicos y privados.

El resultado fue el informe "Evidencia científica y cambio climático en Chile. Resumen para tomadores de decisiones", entregado en la COP25, que contiene 188 propuestas y recomendaciones para la generación de capacidades, el desarrollo de acciones regulatorias y normativas, el fortalecimiento de la información y de planes y políticas vinculadas a la materia.

También el comité ha aportado en la propuesta y discusión del anteproyecto de Ley Marco de Cambio Climático, la actualización de la NDC y la elaboración de la Estrategia de Largo Plazo para la Reducción de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero³ (Ministerio de Ciencia, 2020).



[3] <https://www.minciencia.gob.cl/comitecientifico/quienes-somos.html>

Sector privado

Entre las iniciativas del sector privado para hacer frente al cambio climático es posible resaltar la Biofactoría del Gran Santiago, de la empresa Aguas Andinas, relevante en términos de impacto en la mitigación de emisiones de GEI y ayuda a la fertilización de suelos degradados. De las 300 mil toneladas de desechos producidas anualmente, 43% es distribuido como abono fertilizante para uso agrícola, lo que significa un aporte a la reforestación y a la recuperación de suelos degradados. Solo en 2019 la compañía logró una reducción de 5,4% en su huella de carbono en relación con 2015, utilizando 46 GWh de energía proveniente de fuentes renovables y reduciendo su consumo en 176.207 GJ. El mayor consumo energético de las operaciones de Aguas Andinas ocurre en las biofactorías, donde se procesan las aguas servidas del Gran Santiago. El impacto de las iniciativas adoptadas en estas instalaciones, por tanto, se refleja en el desempeño energético de la empresa en su conjunto.

Otro proyecto destacado es el Piloto de Agricultura de Precisión, de Telefónica I+D, interesante en términos de la adaptación al cambio climático, especialmente dada la sequía que ha afectado al país en la última década. Se trata del primer campo de experimentación agrícola público-privado en Latinoamérica, donde es posible obtener automáticamente un detallado informe de recomendación de uso eficiente de agua de riego a través de la conexión a internet de sensores de humedad de suelo.



5.15. Desafíos futuros

En la evaluación del desempeño ambiental de Chile realizada por la OCDE y Cepal (2016), para avanzar en la mitigación y adaptación al cambio climático se recomienda al país “fortalecer y formalizar la base institucional de la política sobre cambio climático, con el fin de establecer responsabilidades bien definidas de implementación, de conformidad con la situación y los compromisos internacionales de Chile”. Junto con ello, se señala la necesidad de adoptar e implementar políticas nacionales sobre el cambio climático, de manera de superar las falencias detectadas y robustecer iniciativas con impacto positivo, como el incremento de la eficiencia energética y la expansión de la generación de energías renovables. En atención a ello, se recomienda “adoptar e implementar un conjunto de políticas nacionales sobre cambio climático a fin de concretar la contribución prevista determinada a nivel nacional para el año 2030; aplicar las medidas de mitigación apropiadas para cada país o medidas alternativas para asegurar el cumplimiento de la meta establecida para 2020”.

Para lo anterior, uno de los desafíos es contar a la brevedad con una base institucional de la política sobre cambio climático, por lo que se seguirá poniendo urgencia al proyecto de Ley Marco de Cambio Climático, actualmente en primer trámite en el Senado, esperando que sea despachado por el Congreso a fines del año 2021.

En relación con la implementación de los compromisos y facultades contemplados en la Ley de Modernización Tributaria respecto del impuesto verde, se desarrollarán los reglamentos y actos administrativos requeridos para el establecimiento de un sistema de offsets, que permita apoyar y complementar los esfuerzos por disminuir la contaminación atmosférica local, así como los objetivos e incentivos de mitigación de gases de efecto invernadero (GEI).

Se continuará trabajando en mejorar y fortalecer el Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC) en el marco de la implementación de un registro único de emisiones atmosféricas, con énfasis en la cuantificación de los GEI definidos para cada uno de los procesos industriales, mediante la plataforma informática desarrollada. Esta información reportada estará disponible como datos abiertos en el sitio web del RETC.



Una vez que la Ley Marco de Cambio Climático entre en vigor, se confeccionarán los siguientes reglamentos para el procedimiento de elaboración y/o actualización: Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC); planes sectoriales de mitigación y adaptación; planes de acción regional de cambio climático; normas de emisión; certificados de reducción, absorción o excedentes de emisiones de gases efecto invernadero; Equipo Técnico Interministerial de Cambio Climático (ETICC); Comités Regionales para el Cambio Climático (CORECC); reglamento del Sistema Nacional de Inventarios de Gases de Efecto Invernadero, Sistema Nacional de Prospectiva de Gases de Efecto Invernadero y Sistema de Certificación de Gases de Efecto Invernadero.

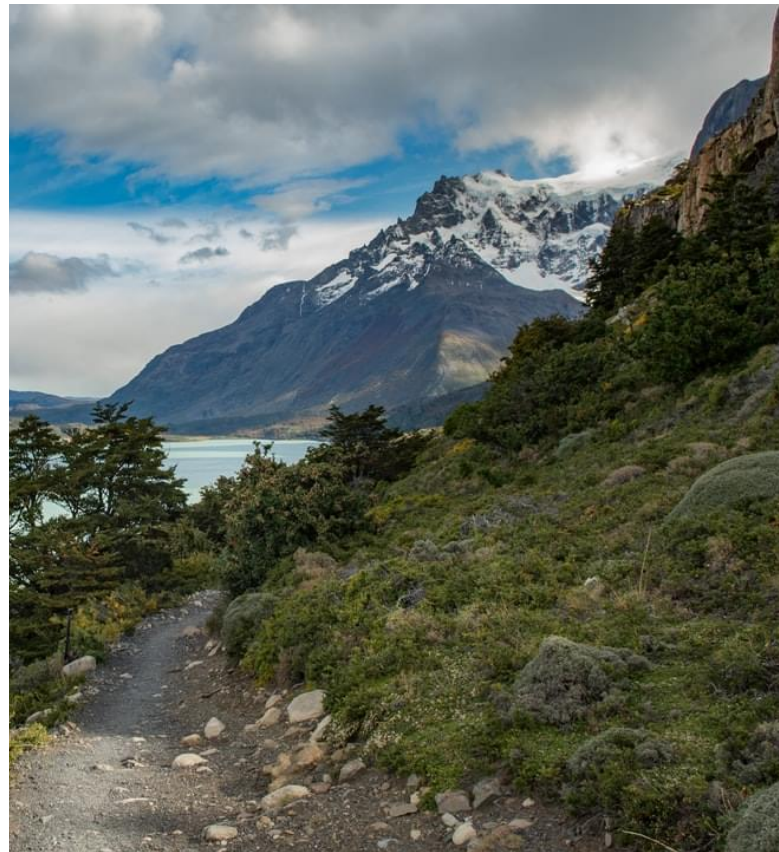
Se avanzará en el perfeccionamiento de la institucionalidad del Fondo Verde del Clima (FVC), con una visión estratégica que guíe el financiamiento climático a nivel nacional. En este sentido, es necesario determinar los focos de trabajo para el FVC en Chile, en línea con la actualización de las NDC, al igual que la meta de neutralidad de emisiones a 2050, como asimismo mejorar los procesos de postulación de proyectos al FVC, tanto públicos como privados, de forma de responder adecuadamente con una cartera de proyectos (Country Programme) que sea pertinente a estos objetivos.

Se presentará una propuesta metodológica para la medición del gasto público ambiental y climático.

También se fortalecerá la coordinación de la acción climática en adaptación, por medio del Plan Nacional de Adaptación y de los planes de adaptación para los 11 sectores priorizados en el proyecto de Ley Marco de Cambio Climático. Al año 2022 se habrán elaborado y comenzado a implementar los primeros planes de sectoriales de adaptación para recursos hídricos, borde costero y minería, incorporando los aprendizajes obtenidos durante la implementación del primer ciclo de planes sectoriales. En 2020 se iniciará la formulación del Plan de Adaptación al Cambio Climático de Recursos Hídricos, en conjunto con la Dirección General de Aguas del Ministerio de Obras Públicas.

Durante talleres regionales organizados para dar a conocer la Agenda 2030 y, particularmente, en el taller Comprometidos con la Acción por el Clima (preparatorio del tema acción por el clima para el Informe Nacional Voluntario), se develó una priorización por parte de la sociedad civil sobre el ODS 13 relativo a la acción por el clima: la brecha de la regionalización en la educación sobre cambio climático y la necesidad de estrategias y conformación de gobernanzas regionales para enfrentar, mitigar y adaptarse al cambio climático. Se buscará avanzar, pues, en la sensibilización y educación sobre el cambio climático (vinculado a la meta 13.3) a nivel local y regional, con el fin de priorizar medidas a corto plazo para mitigar este fenómeno.

Finalmente, cabe señalar que Chile desempeña la presidencia de la COP25 hasta la realización de la COP26, cuando el rol pase a Reino Unido. La fecha de esta conferencia fue aplazada hasta el año 2021 a raíz de la pandemia de Covid-19, por lo que el país mantendrá la presidencia hasta entonces.



Referencias

- Atala, C., Muñoz-Tapia, L., Pereira, G., Romero, C., Vargas, R., Acuña-Rodríguez, I. S., Molina-Montenegro, M. A., y Brito, E. (2017). The effect of future climate change on the conservation of *Chloraea disoides* Lindl. (Orchidaceae) in Chile. *Brazilian Journal of Botany*, 40(1), 353–360, DOI: 10.1007/s40415-016-0333-4
- Bambach, N., Meza, F. J., Gilabert, H., y Miranda, M. (2013). Impacts of climate change on the distribution of species and communities in the Chilean Mediterranean ecosystem. *Regional Environmental Change* 13(6), 1245–1257.
- Carrasco, J., Osorio, R. y Casassa, G. (2008). Secular trend of the equilibrium-line altitude on the western side of the southern Andes, derived from radiosonde and surface observations. *Journal of Glaciology*, 54(186), 538–550. DOI: 10.3189/002214308785837002
- Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia y Centro UC Cambio Global. (2020). Climate Change Risk Maps for Chile Informe Parcial de Avance Julio 2020.WP Biodiversidad. Información no publicada.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2012). La economía del cambio climático en Chile. Santiago de Chile: Cepal. Obtenido de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/35372/1/S2012058_es.pdf
- Cuyckens, G. A. E., Christie, D. A., Domic, A. I., Malizia, L. R., y Renison, D. (2016). Climate change and the distribution and conservation of the world's highest elevation woodlands in the South American Altiplano. *Global and Planetary Change*, 137(137), 79–87.
- Fuentes-Castillo, T., Scherson, R. Marquet, P., Fajardo, J. Corcoran, D. Román, M. J. y Plischoff, P. (2019). Modelling the current and future biodiversity distribution in the Chilean Mediterranean Hotspot. The role of protected areas network in a warmer future. *Diversity and Distributions* 25(12): 1897–1909. <https://doi.org/10.1111/ddi.12988>
- Información para el Desarrollo Productivo. (2016). Elaboración de una base digital del clima comunal de Chile: línea base (1980-2010) y proyección al año 2050. Informe final. Santiago: Ministerio del Medio Ambiente. Obtenido de https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2017/12/Clima-Comunal_Informe_Final_29_08_2016-web.pdf
- Luebert, F. y Plischoff, P. (2017). Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile (2ª Ed.). Santiago, Chile: Editorial Universitaria.
- Marquet, P. A., Abades, S., Armesto, J., Barría, I., Arroyo, M. T. K., Cavieres, L., Gajardo, R., Garín, C., Labra, F., Meza, F., Plischoff, P., Prado, C., Ramírez, P., y Vicuña, S. (2010). Estudio de la biodiversidad terrestre en la ecorregión Mediterránea, a nivel de ecosistemas y especies, y medidas de adaptación frente a escenarios de cambio climático. Santiago, Chile. CONAMA.
- Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación. (2020). Comité Científico de Cambio Climático. Obtenido de <https://www.minciencia.gob.cl/comitecientifico/quienes-somos.html>

- Ministerio del Medio Ambiente (MMA), 2014a. Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático. Obtenido de : <http://portal.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2016/02/Plan-Nacional-Adaptacion-Cambio-Climatico-version-final.pdf>
- Ministerio del Medio Ambiente. (2019). Resumen ejecutivo, en “Determinación del riesgo de los impactos del cambio climático en las costas de Chile”, documento preparado por Winckler, P. et al. Santiago: MMA. DOI: 10.13140/RG.2.2.33845.63202
- Ministerio Secretaría General de la Presidencia. (2010). Ley 20.417. Crea el Ministerio, el Servicio de Evaluación Ambiental y la Superintendencia del Medio Ambiente. Obtenido de <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1010459>
- Molina, L. T., Gallardo, L., Andrade, M., Baumgardner, D., Borbor-Córdova, M., Bórquez, R., Casassa, G., Cereceda-Balic, F., Dawidowski, L., Garreaud, R., Huneus, N., Lambert, F., McCarty, J. L., Mc Phee, J., Mena-Carrasco, M., Raga, G. B., Schmitt, C. y Schwarz, J. P.: Pollution and its Impacts on the South American Cryosphere, *Earth's Futur.*, 3(12), 345-369, doi:10.1002/2015EF000311, 2015.
- Naciones Unidas (1992). Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Obtenido de https://unfccc.int/files/essential_background/background_publications_htmlpdf/application/pdf/convsp.pdf
- Organización Mundial de la Salud. (2016). Preventing disease through healthy environments: a global assessment of the burden of disease from environmental risks. Ginebra: OMS. Obtenido de https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/204585/9789241565196_eng.pdf?sequence=1
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos y Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2016). Evaluaciones OCDE del desempeño ambiental: Chile 2016. Aspectos destacados. París: OCDE. Obtenido de https://www.oecd.org/environment/country-reviews/EPR_Chile_Aspectos_Destacados.pdf
- Panel Intergubernamental del Cambio Climático. (2018). Calentamiento global de 1,5 °C. Resumen para responsables de políticas. Obtenido de https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/09/IPCC-Special-Report-1.5-SPM_es.pdf
- Panel Intergubernamental del Cambio Climático. (2014). Cambio climático 2014: Informe de síntesis. [Equipo principal de redacción, R.K. Pachauri y L.A. Meyer (eds.)]. Ginebra: IPCC.
- Rojas, M. (2012). Consultoría para la elaboración de un estudio sobre estado del arte de modelos para la investigación del calentamiento global. Santiago, Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile: Maps-Chile.

- Santelices, R., Drake, F., Mena, C., Ordenes, R., & Navarro-cerrillo, R. M. (2012). Current and potential distribution areas for *Nothofagus alessandrii*, an endangered tree species from central Chile. *Ciencia e Investigación Agraria*, 39(3), 521-531.
- Santibáñez, F., Santibáñez, P., Caroca, C., González, P., Gajardo, N., Perry, P., Simonetti, J., & Plischoff, P. (2013). Plan de acción para la protección y conservación de la biodiversidad, en un contexto de adaptación al cambio climático. Santiago, Chile: Ministerio de Medio Ambiente – Fundación Facultad de Ciencias Agronómicas Universidad de Chile.
- Schweikert, A., Chinowsky, P., Espinet, X., & Tarbert, M. (2014). Climate Change and Infrastructure Impacts: Comparing the Impact on Roads in ten Countries through 2100. *Procedia Engineering*, 78, 306-316.
<https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.07.072>
- World Resources Institute. (2020). Climate Watch. Obtenido de <https://www.wri.org/our-work/project/climate-watch>.